

جمهوری اسلامی ایران
وزارت آموزش و پرورش

شیمی

سال اول

آموزش متوسطهٔ عمومی

علوم تجربی و ریاضی

۲۰۷

بسم الله الرحمن الرحیم

شیمی

سال اول

آموزش متوسطهٔ عمومی

علوم تجربی و ریاضی

این کتاب در سال ۱۳۵۹ با استفاده از نظریات معلمان در دفتر تحقیقات و برنامه ریزی و تألیف مورد تجدید نظر قرار گرفته است .

۱۳۶۰

پدید آورندگان:

مؤلفان: **حبیب‌الله دانش پژوه**　　**احمد رفیع‌زاده**　　**مرتضی خلخالی**

کارشناس سازمان کتابهای درسی: **علی‌اکبر نوروزی**

صفحه پرداز: سازمان کاوش (علی‌اصغر ظریفیان)

چاپ از: چاپخانه برادران علمی

فهرست



فصل ۱

شیمی و روش آن

۱ ـ پیش گفتار

بحث این کتاب دربارهٔ علم است. تعریفهای زیادی برای علم شده ولی آنچه در این کتاب مورد توجه می‌باشد آن است که علم مجموعهٔ منظمی از دانستنیهاست.

با تحقیق در بارهٔ بدن خودمان و آنچه پیرامون ما می‌گذرد به اطلاعات و واقعیت های بی‌شماری می‌رسیم که آنها را به صورت منظم وقابل استفاده درمی‌آوریم. جستجو وتحقیق دربارهٔ محیط، فقط شامل بررسی وضع طبیعی و معمولی آن نیست بلکه شامل بررسی تغییراتی نیز هست که در آن رخ می‌دهد، به ویژه تغییراتی که ماخود درآن به‌وجود می‌آوریم.

فرض کنید که دریکی از روزهای تعطیل، ضمن گردش در مناطق کوهستانی، به نوعی سنگ سبزرنگ برخوردکردید. چون شما مانند سایرانسانها کنجکاو هستید، ممکن است انواع سؤالات از مغزتان بگذرد که بعضی از آنها نظیر سؤالاتی است که‌دانشمندان از خود می‌کنند.

آیا همهٔ اجزای این سنگ سبزرنگ است؟

آیا با کشیدن آن روی کاغذ خط سبزرنگی بر جای می‌ماند؟

آیا می‌سوزد؟

آیا گران قیمت است؟

ازچه چیزی ساخته شده‌است؟

آیا تعداد بیشتری ازآن در این ناحیه وجود دارد؟

هزاران سال است که انسان چنین سؤالاتی می‌کند که پاسخ دادن به بسیاری از آنها مستلزم انجام دادن آزمایشهای متعدد ومناسب است. مثلا" باخرد کردن سنگ و نرم کردن آن به سؤال اول پاسخ داده می‌شود. به‌همین ترتیب ظروف و وسایل مخصوص نگاهداری مواد و خردکردن و نرم کردن آنها پدید آمد. روشهایی برای حرارت دادن به‌کار رفت، ابزارهای اندازه‌گیری وزن، حجم، دما و غیره کشف شد. چنین وسایلی "ابزار و دستگاه" نامیده شد و عملیات انجام یافته نیز " آزمایش" خوانده شد.

۲ ـ طبقه بندی اطلاعات علمی و پیدایش علوم گوناگون

اطلاعات به دست آمده ازجستجوها و انجام دادن آزمایشها به اندازه‌ای زیاد و روزافزون بود که انسان را واداشت تا آنها را به صورت مناسبی تنظیم کند، درست مانند کتاب هایی که در یک کتابخانه وجود دارد. هرگاه قفسه‌ای دارای ۱۰ نوع کتاب باشد، می‌توان کتاب دلخواه رابه آسانی پیدا کرد و از آن استفاده نمود. ولی هرگاه تعداد کتابها به ده‌هزارجلد برسد، ناچار باید آنها را طوری‌چید که پیدا کردن کتاب مورد نظرآسان باشد. با این ترتیب چنانچه جویای کتابی در بارهٔ زنبور عسل یاچگونگی پرتاب موشک به فضا باشید، به کمک نظم

و ترتیب و طبقه بندی خاصی که به آنها داده‌اید، می‌توانید به آسانی به کتاب مورد نظردست یابید. علم نیزهمین وضع‌رادارد. پیدایش انبوه روزافزون اطلاعات علمی ایجاب کرد که آنها را دسته بندی کنیم و به عنوان رشته‌های مختلف علم بشناسیم و نامهایی چون"فیزیک" ، "شیمی" و"زیست‌شناسی" به آنها بدهیم. این علوم را نمی‌توان کاملا" مجزا ومتفاوت دانست ولی می‌توان‌گفت که هریک درباره نوع خاصی‌از پرسشها بحث کرده و اطلاعات علمی مربوط به آنها را به ما می‌دهد. سنگ سبز رنگ را مجددا"مثال می‌زنیم. شیمی‌دان در صدد است که مواد سازندهٔ این سنگ را بشناسد، سوختن آن را امتحان کند، اثرحل کنندگی آب را بر آن بیازماید و در بارهٔ امکان استفادهٔ ازآن برای ساختن مواد جدید تحقیق کند. نمونهٔ سؤالات مورد علاقهٔ فیزیک دان نیز ممکن است به صورت زیر باشد:

آیا این سنگ توپر است یا درآن حفره‌ای وجوددارد؟ آیا جذب آهن‌ربا می‌شود؟چه نیرویی برای خرد کردن آن لازم است؟ در چه دمایی گداخته می‌شود؟ آیا گداختهٔ آن هادی جریان الکتریسیته است؟

مرزهایی که میان رشته‌های مختلف علوم بر قرار شده ساختهٔ بشراست ونمی‌توان آنهارا کاملا" مشخص دانست. همان‌طورکه می‌توان اطلاعاتی راجع به سوختن بنزین از کتابهای شیمی به دست آورد، معلومات دیگری نیز دربارهٔ همین ماده وکاربرد آن برای ماشینهای درونسوز در کتابهای فیزیک وجود دارد. بسیاری از اطلاعات علمی، کم یا بیش در چندین رشته از علوم به‌کار می‌روند. در آینده خواهیم دید که عبوردادن جریان برق از یک مایع که به ظاهر یک آزمایش فیزیکی‌است، به شیمی دان کمک می‌کند که به ماهیت مواد سازندهٔ آن‌پی‌برد.

۳ ـ همبستگی علوم با یکدیگر

ماهیت بسیاری از رویدادهای طبیعی‌طوری است که نمی‌توان آنها راوابسته به رشته‌ای خاص‌از علم دانست. کتابهای علوم که در دورهٔ راهنمایی تحصیلی خوانده‌اید نمونه‌های زیادی از همبستگی کامل برخی‌رشته‌های علمی را شامل است که میتوان به آنها فیزیک، شیمی، زیست شناسی، زمین‌شناسی و کیهان شناسی نیز گفت. پدیدهٔ فتو سنتز یا عمل ساختن غذا راتوسط برگ سبز گیاهان در بخش‌دهم کتاب علوم‌سال اول راهنمایی تحصیلی‌خوانده‌اید. گاز دی‌اکسیدکربن و آب به کمک کلروفیل و انرژی خورشید بایکدیگرترکیب شده و ئیدرات کربن پدید می‌آورند. همان طوری که می‌دانید قسمت اعظم انرژی مصرفی انسان و سایر موجودات زنده توسط فتوسنتز تأمین می‌شود.

تحقیق دربارهٔ این پدیده همواره موردتوجه بسیاری از دانشمندان به ویژه فیزیک دانان، شیمی دانان و زیست شناسان بوده است. به نظر می‌رسد که توجه فیزیک دان بیشتر روی نحوهٔ تبدیل انرژی نورانی به صورتهای دیگرانرژی است که در این‌عمل به وقوع می‌پیوندد. علاقهٔ شیمی‌دان نیز در جهت مطالعهٔ تغییرات انجام یافته روی مواد اولیه ونحوه پیدایش محصولات نهایی‌است. زیست شناس نیز در صدد است تانقش کلروفیل وسلولهای‌زنده رادراین عمل مورد مطالعه قرار دهد. در واقع این بررسیها جملگی روی یک پدیده انجام می‌گیرد. این ماهستیم که مطالعهٔ خود را میان سه شاخه از علوم فیزیک، شیمی و زیست شناسی تقسیم می‌کنیم و برای هریک قلمرو و حدودی قائل می‌شویم.

پیل الکتریکی و نحوهٔ پیدایش جریان الکتریسیته نیز که در بخش هفتم کتاب علوم سال دوم راهنمایی تحصیلی مطالعه کردید، مثال‌دیگری

از این همبستگی است. به یاد دارید که در پیل الکتریکی موادی چون اسید سولفوریک، مس و روی به عنوان مواد اولیه به کارمی‌رود و با انجام یافتن واکنشها جریان الکتریسیته برقرار می‌شود. شاید بتوان گفت که مطالعهٔ روی این مواد و تغییرات انجام یافته روی آنها به علم شیمی اختصاص دارد درصورتی که پیدایش انرژی الکتریکی ومصرف شدن آن را از فیزیک می‌دانیم. آنچه مسلم است، پیل الکتریکی نمونهٔ آشکاری از رابطهٔ ماده و انرژی با مثال روشنی از همبستگی فیزیک و شیمی به شمار می‌رود.

در این کتاب با علم شیمی آشنا می‌شوید. این علم چه مسائلی را مورد مطالعه قرار می‌دهدو چه وظایفی به عهده دارد؟

دانه‌ای در بهار در خاک می‌افتد، پس از چندی می‌روید و با تغذیه از زمین و هوا به صورت گیاهی رشد می‌کند. گیاهان گویی "کارخانه‌های" طبیعت هستند که هوا، آب و مقداری از مواد دیگر را که از خاک می‌گیرند به پروتئین، ئیدرات کربن، چربی، ویتامین تبدیل می‌کنند. این تبدیل حیرت انگیز بعضی مواد به موادی دیگر در سلولهای گیاه چگونه روی می‌دهد؟حل این مسئله به‌عهدهٔ شیمی است. شیمی علم مواد وتبدیل آنها به‌یکدیگر است.

گیاهان و حیوانات مواد لازم برای هستی انسان را فراهم می‌آورند. تا این اواخرلباس و کفش فقط از مواد طبیعی یعنی از الیاف گیاهان، پشم و پوست حیوانات تهیه می‌شد. اما امروزه موادی از قبیل کاپرون، نایلون و دیگر مواد مصنوعی ساخته می‌شوند. این مواد در طبیعت وجود ندارند و در کارخانه‌های شیمیایی از نفت، زغال سنگ و گازهای طبیعی به عمل می‌آیند.

تمام اینها را شیمی به ما آموخته است. کشف قوانین تبدیل بعضی مواد به مواد دیگر به ما امکان می‌دهد تا مواد لازم رابرای زندگی بسازیم. هرچه عمیق‌تربه مطالعهٔ شیمی بپردازید، مسائل ووظایف آن بیشتر دربرابر شما آشکارمی‌شوند. اهمیت شیمی درزندگی عظیم است. بااین که فعلا" غذای خود را به صورت آماده از طبیعت می‌گیریم، کشاورزی ما بدون کودهای مصنوعی که شیمی به‌ما ارزانی داشته است، نمی‌تواند به طور ثمر بخش احتیاجات ما را برآورده سازد. شیمی بیش از پیش در صنایع، در پزشکی، در تمام شئون زندگی ما نفوذ می‌کند.

۴ ـ آزمایش و آزمایشگاه

دانشمندان در آزمایشگاه با انجام دادن آزمایشهای گوناگون دانستنیهای بسیاری به دست می‌آورند.

آزمایش طرحی برای پاسخ گفتن به نوعی پرسش است. طرح ریزی آزمایش طوری انجام می‌گردد که به دانستنیهای موردنظرمی‌رسیم. آزمایش را باید بادقت انجام داد و از هر پدیده و تغییر مشاهده شده یادداشت برداشت. دانشمند آنچه را که واقعا" می‌بیند و احساس می‌کند یادداشت می‌نماید وشرح آزمایش خود را با دقت و امانت زیاد می‌نویسد. شما نیزهنگام انجام دادن آزمایش به دقت مشاهده کنید و تغییرات انجام یافته را دور از حدس و استنباط یادداشت کنید و آنها را در اولین فرصت تنظیم نمایید.

هرگز برای نوشتن گزارش به حافظه اعتماد نکنید. هرگاه در دقت آزمایش خود تردید داشته باشید سعی کنید علت را دریابید و آزمایش را مطابق طرح تنظیم شده تکرار کنید.

تکرار آزمایش در شرایط کنترل شده همواره نتایج مشابه و قابل اطمینانی دارد.

آزمایشگاه مناسب‌ترین جا برای انجام دادن آزمایشهاست. درآزمایشگاه می‌توان شرایط آزمایش را به دلخواه تغییر داد و نتایج حاصله را با دقت زیاد بررسی نمود. به کمک ابزار علمی گوناگون، می‌توان اجسام را تا دمای مورد نظر گرم کرد یا آنها را تحت تأثیر جریانی از الکتریسیته با شدت مشخص قرار داد و تغییرات انجام یافته را دقیقاً" مشاهده نمود.

در آزمایشگاههای مدرن صنعتی و تحقیقاتی از ابزار و دستگاههای علمی بسیار پیچیده و گران قیمت استفاده می‌شود ولی بسیاری از آزمایشها را می‌توان با وسایل ساده و ارزان نیز انجام داد. برای آشنا شدن با مفهوم آزمایش و چگونگی کاردر آزمایشگاه بانجام دو آزمایش می‌پردازیم:

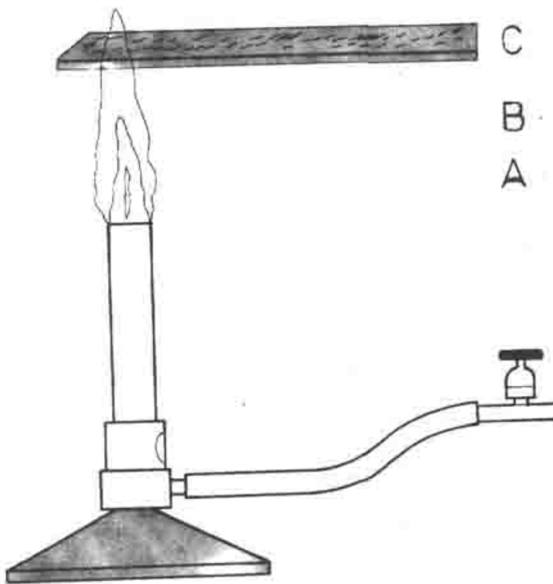
آزمایش اول: تحقیق در باره روش استفاده از چراغ گاز — معمولاً" در آزمایشگاه از چراغ گاز ویژه‌ای استفاده میکنند.

وسایل مورد نیاز: چراغ گاز، پنس، توری فلزی

چراغ را به شیر گاز وصل کنید و دریچهٔ



مشاهدهٔ دقیق و یادداشت کردن نتایج در آزمایشگاه



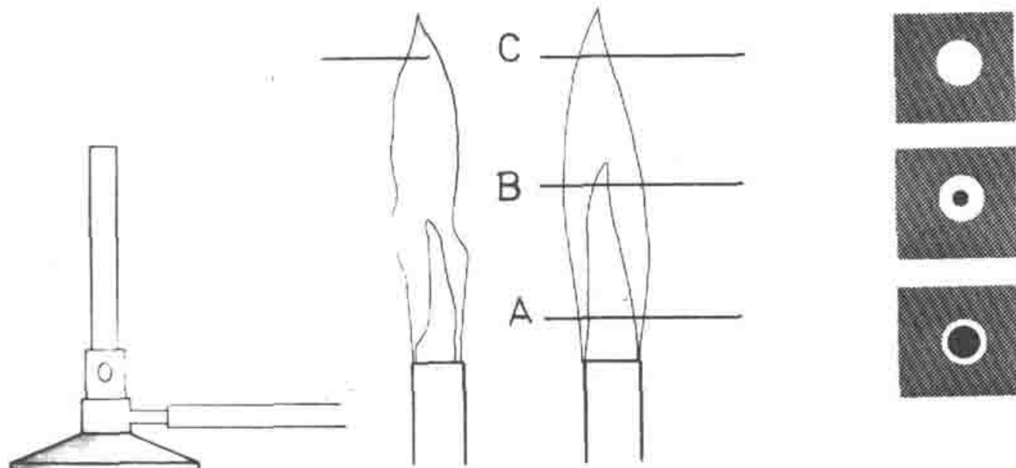
پائینی آن را ببندید، گاز را با نزدیک کردن چوب کبریت افروخته روشن کنید.

توری فلزی را مطابق شکل روی شعله نزدیک دهانهٔ چراغ بگیرید و آهسته آن را از نقطه A به نقطهٔ B و سپس به نقطهٔ C بالا ببرید. دریچهٔ چراغ را تا نیمه باز کنید و آزمایش را مجدداً" با توری فلزی تکرار کنید. در پایان دریچه را کاملاً" باز نگاه دارید و جریان گاز را به کمک شیر آن کم کنید. هرگاه شعله ناپدید شود، شیر را برای یک لحظه باز کرده سپس آن را کاملاً" ببندید. آنچه را که اتفاق می‌افتد به‌دقت مشاهده کرده یادداشت کنید. درآزمایشهای خود سعی کنید که به‌پرسشهای زیر پاسخ دهید:

باز کردن دریچهٔ چراغ چه تغییراتی روی شکل شعله ایجاد می‌کند؟ کدام یک شعلهٔ داغتری پدید می‌آورد، دریچهٔ باز یا نیمه باز؟ با نیمه باز گذاشتن دریچه، چه ناحیه‌ای از شعله داغترمی‌شود، ناحیهٔ A، B یا C؟

نمونه گزارش کار آزمایشگاهی یک دانش‌آموز
نام: کمال زرین
"تحقیق در بارهٔ چگونگی استفادهٔ صحیح از چراغ گاز آزمایشگاه"

تاریخ
روش کار:
چراغ گاز را به شیر گاز وصل کردم و با گرداندن سرپوش دریچهٔ پایینی را بستم. توری فلزی را در ناحیهٔ پایینی شعله قرار دادم و سپس آهسته آنرا بالا بردم. آزمایش را مجددا" با دریچه نیمه باز تکرار کردم و جریان گاز را به تدریج کاهش دادم. با ناپدید شدن شعله، شیر گاز را برای یک لحظه باز کردم و سپس آن را کاملا" بستم.



مشاهده و نتیجه گیری ــ شعله، در حالت بسته بودن دریچه، توری را افروخته نکرد. شکل بالا، اثر شعله را بر توری هنگام نیمه باز بودن نشان میدهد. در ناحیه C شعله دایره‌ای کاملا" سرخ و روشن پدید آورد. در ناحیه B حلقه افروخته‌ای دیده شد که دایرهٔ غیر افروخته نسبتا" کوچکی را مطابق شکل احاطه کرده بود. در ناحیهٔ A نیز حلقهٔ افروخته باریکی دیده شد که دایره غیر افروخته بزرگی را احاطه کرده بود. شعله در حالت بستن دریچه کاملا" داغ نبود و کمی دود می کرد. ولی با باز کردن آن داغتر و کم دودتر شد. داغترین جای شعله در ناحیهٔ C قرار داشت، بنابراین برای حرارت دادن شدید یک جسم باید آن را در اطراف C و کمی بالاتر از B قرار داد.

گزارش دادن آزمایش ــ در نوشتن گزارش کار آزمایشگاهی مانند آنچه دانش‌آموز آورده است، به نکات زیر توجه کنید:

۱ ــ تاریخ انجام دادن آزمایش،
۲ ــ عنوان، که نمایشگر هدف از اجرای آزمایش است،
۳ ــ شکل و نمودار،
۴ ــ روش اجرای آزمایش،

۵ ــ گزارش دقیق مشاهدات (دانش‌آموز باید مشاهدات خود را دور از حدس زدن و استنباط شخصی یادداشت کند)،

۶ ــ نتیجه‌گیری از آزمایش.

۴ـ آزمایش کوه آتشفشان

آزمایش دوم :

در حدود بیست گرم دی کرومات آمونیم را روی یک ورق حلبی یا در یک بشقاب فلزی بریزید و به صورت تپهٔ کوچکی در آورید. برای جلوگیری از آلودگی محیط اطراف بهتر است که بشقاب را روی یک ورق بزرگ روزنامه قرار دهید. ابتدا با مشاهده و انجام آزمایشهای ساده به سؤالات زیر پاسخ داده و جواب خود را در دفترچهٔ آزمایشگاه یادداشت کنید :

ــ ذرات دی کرومات آمونیم چه‌رنگی دارند؟

ــ آیا این ماده در آب محلول است؟

ــ در صورتی که جواب سؤال بالا مثبت است ، محلول آن چه رنگی دارد؟

مطابق شکل کبریت افروخته‌ای را کنار نوک تپهٔ دی کرومات آمونیم بگیرید و آن را آتش بزنید. اگر دمای چوب کبریت برای آتش زدن کافی نباشد ، پنبه‌ای را به الکل آغشته کرده و با گیرهٔ فلزی‌بگیرید. پنبه‌را شعله‌ورکنیدو درکنارنوک تپهٔ دی کرومات نگاه دارید. پس از چند لحظه واکنش شروع میشود.

مشاهدات خودرا با توجه‌به‌نکات زیر با دقت یادداشت کنید :

ــ آیا میتوانید نوع واکنش انجام یافته را دقیقا" مشخص کنید؟ (مثلا" از نوع تجزیه یا ترکیب است؟) با توجه به اطلاعات گذشتهٔ خود سعی کنید با ذکر دلیل به این سؤال پاسخ دهید.

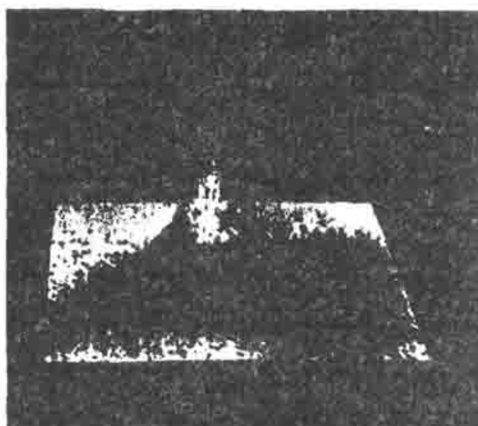
ــ ذرات باقیمانده در پایان آزمایش چه رنگی دارند؟ آیا تغییر رنگی صورت گرفته است؟

ــ به نظر شما هرگاه ذرات جامد تولید شده را جمع آوری کرده ، وزن کنیم ، از مقایسهٔ وزن آنها با وزن دی کرومات آمونیم اولیه‌چه‌نتیجه‌ای به دست می آید ؟آیا به نظر شما میرسد که‌دراین واکنش گازی تولید شده باشد؟

ــ چرا مواد به صورت آتشفشان فوران میکند؟

ــ آیا نکات دیگری جلب توجه شما را میکند؟ آنها را یادداشت کنیدو در بارهٔ علت آنها فکر کنید.

دانش آموز دقیق ممکن است نتواند به





برخی پرسشهای فوق پاسخ قاطع و کاملا" صحیح بدهد. برای این کار شاید به انجام دادن آزمایشهاو تحقیقهای دیگری نیاز داشته باشد. این احتمال وجود دارد که برخی از پاسخهای شما بر اساس حدس و گمان نادرستی بیان شده باشد، به طوری که مشاهدهٔ دقیق و تحقیق تجربی آنها را تأیید نکند.

۵ ـ آیا می‌توان به حواس خود اطمینان کامل داشت ؟

دانش آموز درکار آزمایشگاهی باید مانند یک دانشمند یا یک کارآگاه با کنجکاوی زیاد مراقب اطراف خود باشد وکوچکترین تغییرات حاصل رادر اشیای گوناگون مشاهده کند و ثبت نماید. این مشاهدات نشانه‌ها و ردپاهایی هستند که مارا برای حل مسائل و پاسخ گفتن به پرسشهایاری می‌نمایند.

می‌دانیم که کلیهٔ اطلاعات علمی به دست آمده از راه حواس پنجگانه فراهم می‌شوند. ما به اشیای مختلف نگاه می‌کنیم ،وجود آنها را احساس می‌کنیم ،آنها را بومی‌کنیم ،می‌چشیم (درآزمایشگاه کمتر از حس بویایی وچشایی استفاده می‌شود زیرا بسیاری از موادسمی‌هستند) و بالاخره به صداهای مختلف گوش می‌دهیم .چون کار آزمایشگاهی نوعی کارعلمی وتحقیقی است که دقت فراوان لازم دارد، لذا بجاست که از خود بپرسیم که تا چه حدی به حواس خود اطمینان داریم . آیا آنچه را احساس می‌کنیم نمایشگر حقیقت محض است ؟

آزمایش ــ آیا به حس بینایی خوداطمینان داریم ؟

به شکل صفحه بعد نگاه کنید. چه چیزی به نظرتان می رسد ؟ آیا می‌توان به چشم خودکاملا" اطمینان داشت ؟

آزمایش ــ آیا به حس لامسهٔ خوداطمینان‌داریم ؟

ابزاروموارد مورد نیاز: سه ظرف ۱۰۰سانتیمتر مکعبی (یا سه لیوان کوچک) .

در سه ظرف به ترتیب آب گرم ، آب نیمگرم و آب سرد بریزید. دست چپ را در آب گرم و دست راست رادرآب سرد فروبرده برای چندلحظه نگاه دارید وسپس آنها را درآب نیمگرم واردکنید.

احساس دست چپ و دست راست شما نسبت به آب نیمگرم چگونه است ؟ در آزمایشهای‌علمی‌آیا می‌توان به حس لامسه اعتماد کامل داشت ؟

آزمایش ــ آیا به حس چشایی خوداطمینان داریم ؟

مواد مورد نیاز: پرتقال وآب نبات .

دراینجا آزمایش جالبی انجام خواهید داد. یک قاچ پرتقال بخورید ،آن گاه یک آب نبات روی آن بخورید .مجددا" یک قاچ دیگر از همان پرتقال اولیه بخورید .آیااحساس‌شیرینی پرتقال درحالت دوم به اندازهٔ حالت اول است ؟ در آزمایشهای علمی ، آیا می‌توان به حس چشایی اعتماد کامل داشت ؟

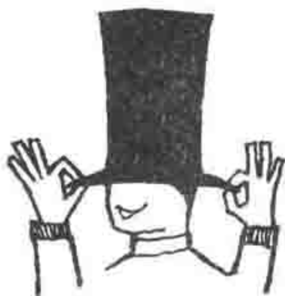
آزمایش ــ آیا به داوری خود در بارهٔ فاصله‌ها و یا ابعاد اطمینان‌داریم ؟

وسایل مورد نیاز: خط‌کش ۳۰ سانتیمتری و متر نواری .

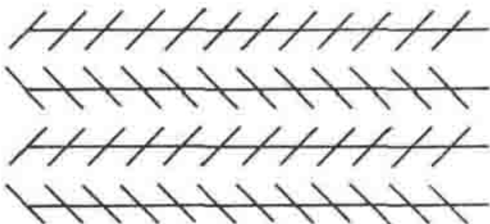
نگاهی به متر نواری بیفکنید تا اندازهٔ آن را درذهن خود بسپارید .آنگاه طول نیمکت یا صندلی خود را بدون استفاده از متر برآورد کنید. هر یک از دانش‌آموزان نتیجهٔ بررسی خود را در بارهٔ طول نیمکت روی تخته سیاه بنویسند. آیا پاسخها



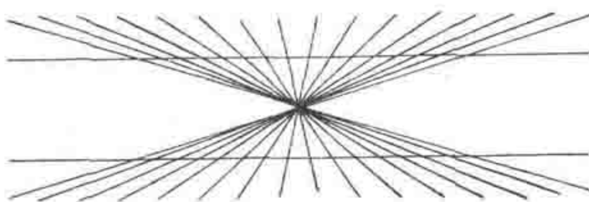
کدام یك قد بلندتری دارد؟



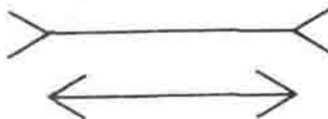
آیا ارتفاع کلاه بیش از پهنای لبهٔ آن است؟



آیا این خطوط موازی هستند؟



آیا این دوخط موازی هستند؟



آیا طول این دوخط یکسان است؟

یکسان هستند؟ طول نیمکت را بامتر اندازه بگیرید و با پاسخهای خود مقایسه کنید. خط کش ۳۰ سانتیمتری شما با میلیمتر درجه بندی شده است. آیا اندازه گیری طول نیمکت با خط کش مزبور پاسخ کاملا" دقیق می‌دهد؟ چرا؟ اندازه گیری به وسیلهٔ متر نواری بهتر است یا خط کش ۳۰ سانتیمتری؟

آزمایش ــ آیا به داوری خود دربارهٔ زمان اطمینان داریم؟

وسایل مورد نیاز: ساعت باعقربهٔ ثانیه‌شمار.

فاصلهٔ زمانی یک دقیقه را تخمین بزنید. دوست شما به کمک ساعت خود پاسخ شما راارزیابی می‌کند.

آیا ساعتی که عقربهٔ ثانیه شمار داشته باشد پاسخ قطعی و بدون ایراد می‌دهد؟

۶ـ چگونه به‌حواس خود کمك کنیم؟

چنین به نظر می‌رسد که سرآغاز امیدوار کننده‌ای نداشتیم. هرگاه به حواس خود اطمینان نداشته باشیم، چگونه می‌توانیم به نتایج آزمایشها اعتماد کنیم؟

مهمترین نکته در علم مشاهده و اندازه‌گیری دقیق است. برای انجام این کار باید از ابزارهای اندازه‌گیری‌مانند دماسنج وفشارسنج کمک گرفت. به طور کلی ابزار به ما امکان می دهد تا اشیاء را "ببینیم" و خصوصیات آنها را "اندازه بگیریم"

در غیر این صورت داوری ما بر اساس لمس کردن، شنیدن وچشیدن خواهد بود.

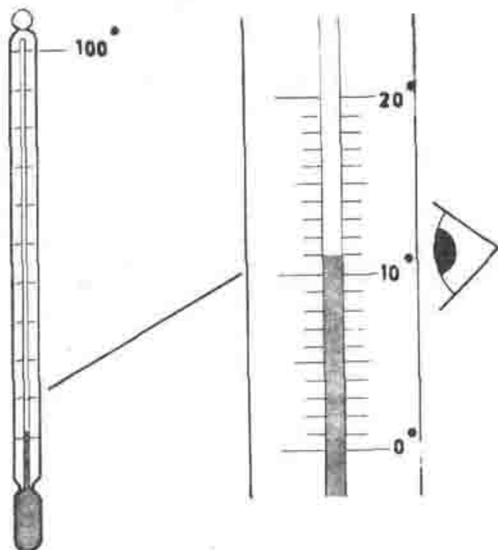
همان طوری که در شکل صفحهٔ قبل مشاهده شد، چشم نیز گاهی خطا می‌کند. با وجود این دقت حس بینایی نسبت به حواس دیگر فزونی دارد و داوری ما را دقیق‌تر می‌کند. نکتهٔ شایان توجه این است که هیچ ابزاری نمی‌تواند پاسخ کاملاً دقیق بدهد واین خود تفاوت اساسی میان علوم "تجربی" و "ریاضی" را نشان می‌دهد. هرگاه دو عدد را به طورصحیح جمع کنید، به کمک ریاضی به پاسخ کاملاً صحیح می‌رسید.

اندازه‌گیریهای ما در علوم تجربی به وسیلهٔ ابزار انجام می‌گیرد. یک وسیله هرچند که بسیار ظریف ودقیق ساخته شود، بازهم پاسخ کاملاً مطمئن نمی‌دهد و دقت آن ضمن نزدیک شدن به سرحد کمال تا اندازه‌ای ازپاسخ قطعی فاصله دارد. علاوه بر این، دقت اندازه‌گیری به مهارت ما در کاربرد ابزار بستگی دارد.

درآزمایش تعیین طول، دانش آموزان با خط کشهای خود، پاسخهای متفاوتی برای طول نیمکت پیدا می‌کنند. آیا به نظر شما هرگاه همهٔ دانش آموزان یک خط‌کش و یک نیمکت را مورد آزمایش قرار دهند، به‌پاسخ یکسان می‌رسند؟

۷ ـ ابزارها و اندازه گیریها

حال که به لزوم استفاده از ابزارها برای بهتر "حس کردن" و "مشاهدهٔ کمی" خصوصیات موادو رویدادها پی بردید، بجاست که به کمک آزمایش، در کاربرد برخی از ابزارهای ساده ومهم مهارت کسب کنید. سالهای گذشته با برخی ابزارها جهت اندازه‌گیری کمیتهایی چون دما، حجم، وزن و زمان آشنا شدید. در این قسمت و قسمتهای بعدی این کتاب، در کاربرد صحیح این وسایل و انجام دادن مشاهدهٔ دقیق مهارت کسب می‌کنید و به کمک آنها به دانستنیهای علمی جدیدتری نایل می‌آیید.



یک دماسنج جیوه‌ای و جزء بزرگ شدهٔ آن در حالی که دید چشم در امتداد بالاترین برآمدگی جیوه است.

الف ـ تعیین دما ـ دماسنج معمولی آزمایشگاه راکه ازنوع سلسیوس یا سانتیگراد است، به دقت بررسی کنید. از چه موادی ساخته شده است؟ چه چیزی درون آن وجود دارد؟ نقطه‌های صفر و صد را پیدا کرده وچگونگی تقسیم بندی درجه‌های آن راببینید. گاهی به آسانی نمی‌توان سطح مایع را درآن دید. این کار نیاز به تمرین دارد.

هرگاه ازتوانایی خود دربارهٔ خواندن درجات دماسنج اطمینان حاصل کردید، دمای آب سرد شیر آزمایشگاه را تعیین کنید. دمای هوای آزمایشگاه گرمتر یا سردتر از آب شیر است؟ دمای دست شما چقدر است؟ آیا دمای دست همهٔ دانش آموزان

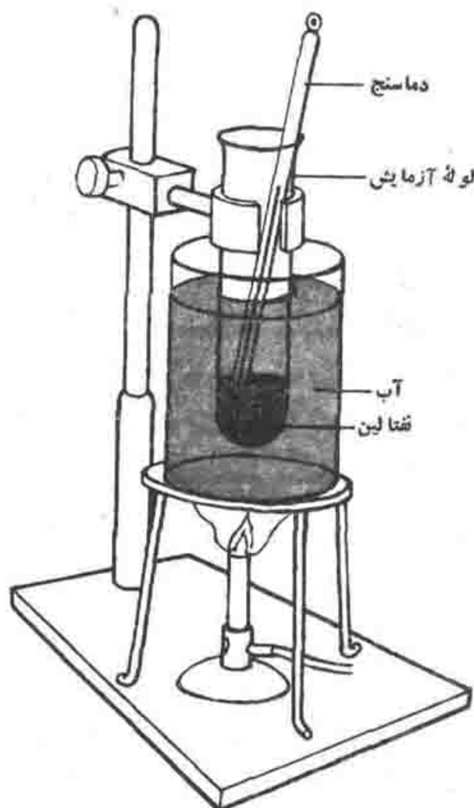
یکی است؟ دماهارا درکتابچهٔ آزمایشگاه یادداشت کنید. برای اطمینان از صحت دماسنج چه راهی پیشنهاد می‌کنید؟

یک آزمایش تحقیقی به وسیلهٔ دماسنج

آزمایش ـ آیا کلیهٔ جامدات نقطهٔ ذوب مشابه دارند؟

به احتمال زیاد پاسخ این سؤال را می‌دانید. سعی کنید آن را به طور عملی درآزمایشگاه ثابت کنید.

ابزارو مواد مورد نیاز: لولهٔ آزمایش پیرکس، گیره و پایه، دماسنج جیوه‌ای (۱۰ ـ تا ۱۱۰ درجهٔ سلسیوس)، چراغ گاز، ظرف شیشه‌ای ۲۰۰ تا ۲۵۰ سانتیمترمکعبی، توری نسوز، سه‌پایه یا حلقهٔ آهنی گیره‌دار، نفتالین، موم و یخ.



تعیین دمای ذوب یك مادهٔ جامد

دماسنج را طوری در لولهٔ آزمایش قراردهید که مخزن آن زیر سطح مادهٔ مورد آزمایش باشد.

لوله رابه ملایمت حرارت دهید. مناسب‌ترین راه برای حرارت دادن ملایم، قراردادن لوله در آب وحرارت دادن آب است. هنگامی که ماده ذوب می‌شود، دما رابخوانید و نتیجه را یادداشت کنید. دمای ذوب را معرفی کنید. نتایج حاصله را در جدولی مطابق جدول زیر یادداشت کنید.

ماده	دمای ذوب
نفتالین	....
موم	....
یخ	....

نتیجه‌گیری از آزمایش

چراهمهٔ گروههای دانش‌آموزان درآزمایشگاه به نتایج کاملاً مشابهی نرسیدند؟

خطاهای اندازه‌گیری بر دونوعند. نوع اول، "خطای آدمی است". دقت ما همگی یکسان نیست معمولاً این خطارا "خطای مشاهده کننده" می‌نامند نوع دوم، "خطای ابزاری است". دقت و درستی همهٔ ابزارها یکسان نیست. هرگاه کلیهٔ دماسنجهایی که در این آزمایش کلاسی به‌کار می‌روند، دریک ظرف آب جوش قرارگیرند، آیا دمای جوش یکسانی را نشان می‌دهند؟ دماسنجها نیز خطای ابزاری دارند.

دقیق ترین دمای ذوب برای هریک ازمواد

مورد آزمایش، میانگین نتایج آزمایش همهٔ دانش آموزان است. نتایجی که صحیح به نظر نمی‌رسد در محاسبهٔ میانگین به کارنمی‌رود. نتایج زیر ازبررسی دمای جوش آب در یک آزمایشگاه کلاسی به دست آمده است. کدام یک ازآنها را در محاسبهٔ میانگین به کار نمی‌برید؟

۹۹/۸، ۸۵، ۹۹، ۱۰۰/۱، ۱۰۰، ۱۰۰/۵

ب ـ تعیین وزن ماده ـ یکی دیگراز فعالیتهای مهم آزمایشگاهی تعیین مقدارماده است. به خاطر دارید که برای تعیین مقدار مادهٔ موجود در یک جسم از ترازو استفاده می‌کنند. هرگاه مقدار مادهٔ موجود درجسم مورد آزمایش زیاد باشد، ترازو وزن بیشتری نشان می‌دهد. در این قسمت با چند نوع ترازوی آزمایشگاهی آشنا می‌شوید. پایه واساس ترازوهای معمولی آزمایشگاه برخاصیت اهرم استوار شده است. قسمت اصلی هر ترازو شاهینی است که به صورت افقی برنقطهٔ اتکای ظریفی که مانند لبهٔ کارد است، قرار می‌گیرد. هرگاه یک شیء را بریک سر شاهینی آویزان کنیم باید معادل آن را درآن سوی دیگر قرار دهیم تا تعادل اهرم همچنان برقرار بماند و شاهین وضع افقی خود را نگاه دارد. فرض کنید قطعه‌ای ازطلا یا تکه‌ای از چوب در ترازویی در حال تعادل است، تکه چوب نیز به نوبت خود معادل مفتولی از آهن می‌باشد. در اینجا می‌گوییم که مقدار مادهٔ موجود در این سه جسم و در نتیجه وزن آنها برابر است. ترازوی شاهین دار وسیله‌ای است برای مقایسهٔ مقدارماده یا وزن اجسام مختلف.

مراقبت ازترازو ـ چون ترازویکی از ابزارهای ظریف و دقیق آزمایشگاه است از این رو نیاز به مراقبت درست و توجه زیاد دارد. پیش ازآشنایی باانواع ترازوها و کار کردن با آنها بجاست که از نکات زیر آگاه باشید:

۱ ـ ترازورا همیشه تمیز نگاه دارید. کفهٔ آن را با برس مخصوص تمیز کنید.

۲ ـ هرگز دست به تعمیر واصلاح ترازونزنید. انجام این کار را به دبیر یا مسئول فنی آزمایشگاه واگذار کنید.

۳ ـ مواد شیمیایی یا اجسام داغ را مستقیما" روی کفهٔ ترازو نگذارید. همیشه ازتکه‌های کاغذ ویا ظروف توزین استفاده کنید. جسم داغ را پس از سرد شدن توزین کنید.

۴ ـ برای استفاده از ترازوی دو کفه، ابتدا کلید یا ضامن آن را بزنید و ازبرابری نوسان عقربه در دوسوی نقطهٔ صفر اطمینان حاصل کنید. هنگام نوسان ترازو، نباید چیزی روی کفه‌ها قرار داد یا ازآنها برداشت.

۵ ـ همیشه جسم رادرکفهٔ سمت چپ ووزنه‌ها را در سمت راست قرار دهید.

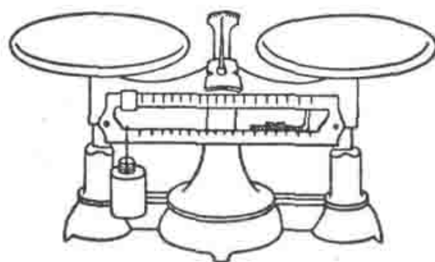
۶ ـ وزنه‌های کوچک را با پنس بگیریدو هرگز آنها را دست نزنید. چرا؟

۷ ـ پس از توزین ویادداشت وزن جسم، کلیه وزنه ها را در جای مخصوص خود در جعبهٔ سنگ برگردانید.

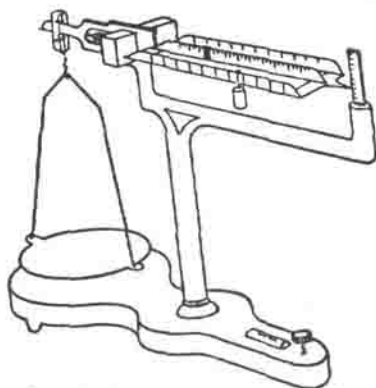
نوع ترازویی که برای یک آزمایش انتخاب می‌شود با حدود دقت مورد نیاز برای توزین جسم بستگی دارد.

ترازوی الف از نوع دوکفه‌ای (Platform balance) است که برای توزین سریع اجسام نسبتا" سنگین به کار می‌رود. دقت آن تا ۰/۱ گرم می‌باشد.

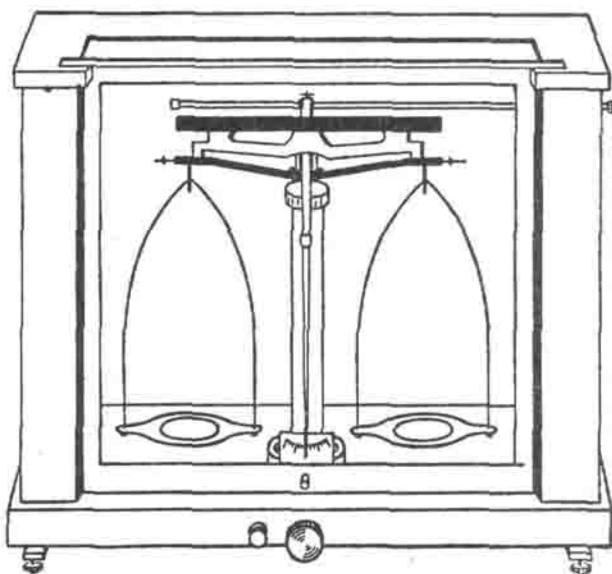
ترازوی ب از نوع سه اهرمی (Triple - beam balance) است و برای توزین سریع اجسام سبکتر تا دقت ۰/۰۱ گرم به کار می‌رود.



الف ـ نوعی ترازوی دوکفه



ب ـ ترازوی سه اهرمی



پ ـ ترازوی آنالیتیک



ت ـ نوعی ترازوی الکتریکی کفه بالا

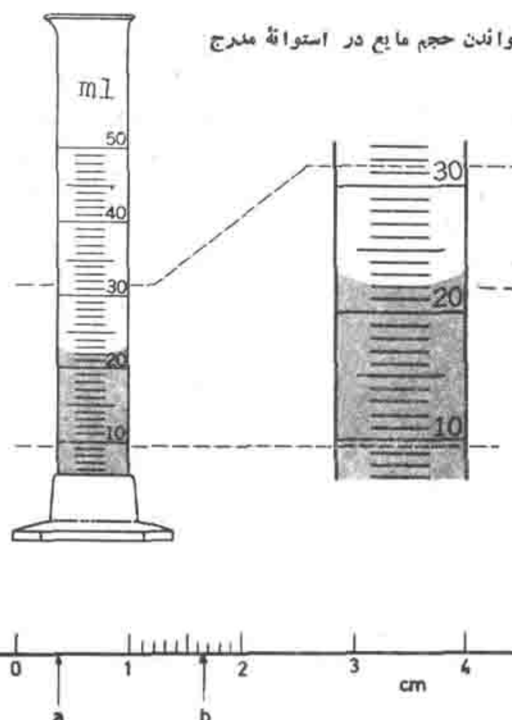
چندنوع ترازوی آزمایشگاهی

ترازوی پ از نوع معروف به آنالیتیک (Analytical balance) است که در بسیاری از آزمایشگاههای معمولی وجود دارد. دقت آن تا ۰/۰۰۱ گرم (یک میلیگرم) است. کار با آن وقت و دقت بیشتری لازم دارد. انواع دقیق‌تر این ترازو تا ۰/۰۰۰۱ گرم (۰/۱ میلیگرم) حساسیت دارد.

ترازوی ت از نوع الکتریکی (Electric balance) می‌باشد، گران قیمت است و در بسیاری از آزمایشگاههای امروزی و مراکز صنعتی به کار می‌رود. توزین با آن خیلی سریع و دقیق است.

دبیر شما توضیحات لازم و دستورکار هریک از ترازوهایی که در آزمایشگاه مدرسه وجود دارد خواهد داد.

پ ـ تعیین حجم ـ یکی دیگر از کارهای اولیهٔ آزمایشگاه تعیین حجم اجسام است. برای تعیین



به پایین ترین قسمت خمیدگی سطح را بخوانید. آسانترین راه برای اندازه‌گیری، نگاه کردن ازپایین است. چشم خود را به اندازه‌ای پایین بیاورید که سطح مایع چون آینه به نظر آید. آن گاه سر را به تدریج بالا برید تا بازتاب نورناپدید شود، دراین هنگام حجم آب را بخوانید. اغلب مایعات مانند آب سطح مقعری دارند. جیوه سطح محدبی به‌خود می‌گیرد و برای خواندن حجم آن باید چشم را در امتداد بالاترین قسمت خمیدگی قرار داد.

هرگاه مقیاس درجه‌بندی مربوط به شکل، سانتیمتر باشد، موقعیت پیکانهای a و b را تا حدود ۰/۱سانتیمتر تخمین بزنید. آیا می‌توان موقعیت آنها را تا۰/۰۱ سانتیمتر تخمین زد؟ تا ۰/۰۰۱ سانتیمتر چطور؟

حجم اجسام جامد که شکل منتظم دارند، ابعادآنها را اندازه گرفته وبه کمک روابط هندسی حجم آنها را محاسبه می‌کنند. حجم مایعات را نیز معمولاً به وسیلهٔ استوانهٔ مدرج تعیین می‌کنند. گنجایش استوانهٔ مدرج و سایرظروف آزمایشگاهی را با واحد میلی‌لیتر (ml) روی آن می‌نویسند. یک میلی لیتر برابر $\frac{۱}{۱۰۰۰}$ لیتر و یا یک سانتیمتر مکعب است.

برای خواندن حجم مایع، مطابق شکل استوانهٔ مدرج را به طور قائم روی میز نگاه دارید و با بالا بردن و پایین آوردن سر خود، چشم رادر امتداد سطح آب قراردهید. کج نگاه داشتن استوانه مدرج چه تأثیری در تعیین حجم دارد؟ هرگاه به سطح آب دراستوانه نگاه کنید، آن را کاملاً مسطح نمی‌بینید. کناره‌های آب اندکی به سوی بالا کشیده می‌شود و سطح مقعر به وجود می‌آورد.

هنگام اندازه‌گیری حجم آب، درجهٔ مربوط

آزمایش ــ اندازه گیری حجم اجسام به روش جا به جا شدن مایع.

مواد مورد نیاز: استوانهٔ مدرج ۵۰ml، ظرف ۱۰۰ml.

در حدود $\frac{۲}{۳}$ حجم استوانهٔ مدرج را باماسه پرکنید. حجم ماسه چقدر است؟ ماسه را در ظرف ریخته و تا حدود $\frac{۱}{۳}$ استوانه را با آب پر کنید و حجم‌آن رایادداشت نمایید. ماسه را درآب بریزید حجم آب و ماسه چقدر است؟ از دو نتیجهٔ آخری حجم ماسه را به تنهایی حساب کنید. حجم هوایی که فضای میان دانه‌های ماسه را اشغال می‌کندچقدر است؟ نسبت حجم این مقدار هوا به حجم ماسه چقدر است؟

این آزمایش حجم جسم را از راه جا به جا شدن مایع تعیین می‌نماید و می‌رساند که هنگام صحبت از حجم اجسام مشابه ماسه باید به کیفیت اندازه‌گیری توجه کامل نمود. حجم اندازه‌گیری‌شده

از راه معمولی برای چنین اجسامی با حجم تعیین شده به روش جا به جا شدن مایع تفاوت دارد.

تمرین

۱ ــ ۳۰ سانتیمترمکعب آب راروی ۵۰ سانتی متر مکعب ماسهٔ خشک ریخته‌ایم، حجم کلی به ۶۰ سانتیمتر مکعب رسیده است.

الف ــ حجم آبی که به فضای میان دانه‌های ماسه وارد نمی‌شود چقدر است؟

ب ــ حجم آبی که فضای میان ذرات ماسه را پر می‌کند چقدر است؟

پ ــ حجم ذرات ماسه چقدر است؟

ت ــ نسبت حجم ذرات ماسه به حجم کلی چقدر است؟

۲ ــ چگونه می‌توان حجم مقداری شکربلورین را اندازه گرفت؟

۳ ــ قطعه سنگی را جهت اندازه گیری حجم در آبی که در یک استوانهٔ مدرج وجود دارد وارد کرده‌ایم. تعدادی حباب ریزهوا بر سطح سنگ پدید آمده است. آیا لازم می‌دانید که حبابها را پیش از خواندن حجم از سنگ دور کنیم؟

ت ــ آشنایی بابرخی از ابزارهای آزمایشگاهی مورد نیاز ــ پیش از آغاز فعالیتهای این فصل بجاست که با نام و مشخصات برخی از ابزارهای سادهٔ آزمایشگاهی که برای انجام دادن آزمایشهای آن به کار می‌رود آشنا شوید ودر فراهم نمودن چند وسیله شیشه‌ای مهارت پیدا کنید.

الف ــ آشنایی با ابزارها ــ نام و شکل ابزارها مطابق شکل صفحه بعداست. به مرورزمان مهارت لازم را جهت کاربرد آنها به دست خواهید آورد.

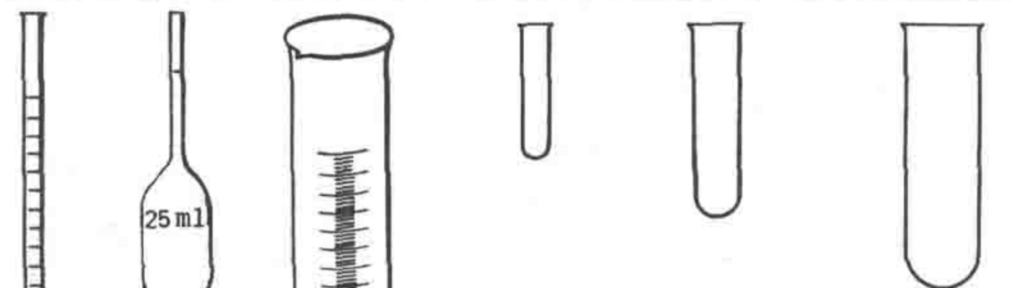
ب ــ ساختن برخی ابزارها ــ چون بسیاری از دستگاههای آزمایشگاهی از به هم پیوستن ظروف گوناگون به وسیلهٔ لوله‌های شیشه‌ای به وجود می‌آید از این رو در این آزمایش با بریدن، خم کردن وکار با لوله‌های شیشه‌ای آشنا خواهید شد.

ابزار مورد نیاز: چراغ گاز، شعله پخش کن (می‌توان از آن صرف نظرکرد)، سوهان مثلث شکل، لولهٔ شیشه‌ای (به قطر۴ تا۶ میلیمتر)، درلاستیکی یک سوراخه، توری پنبهٔ نسوز، خط کش.

بریدن لولهٔ شیشه‌ای: لوله را روی میز بخوابانید، ۳۰ سانتیمتر آن را با خط کش اندازه گرفته وخراشی با لبهٔ سوهان در امتداد پهنای آن پدید آورید. لوله را مطابق شکل ۱صفحه ۱۶ بادو دست بگیرید و به کمک دو شست خود در دو طرف خراش به ملایمت فشار دهید تا به دو پاره بشکند. بجاست که دو طرف لوله را پیش از شکستن با دستمال بگیرید. چرا؟

نرم کردن لبهٔ لوله: سر یک لوله که تازه بریده شده است تیز و برنده می‌باشد. لبهٔ تیز چنین لوله‌ای را باید مطابق شکل ۲ در ناحیهٔ آبی و پر حرارت شعله چرخانید و نرم کرد. دقت کنید که لوله بیش از حد نرم نشود در غیر این صورت دهانهٔ آن تنگ شده وبه تدریج بسته می‌شود. لولهٔ داغ را روی توری نسوز قرار دهید تا سرد شود.

خم کردن لوله: وسط لولهٔ شیشه‌ای ۲۰سانتی‌متری خود را در داغترین نقطهٔ شعله بچرخانید و گرم کنید (در صورت امکان می‌توان از شعله پخش کنی که روی لولهٔ چراغ نصب می‌شود استفاده کرد). وقتی شیشه به اندازهٔ کافی نرم شد، آن را از شعله خارج کرده و مطابق شکل ۳ خم کنید. هرگاه خم کردن لوله در یک نقطه انجام گردد، لوله باریک شده و ممکن است بسته شود. برای این که لوله



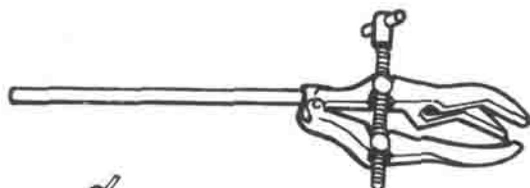




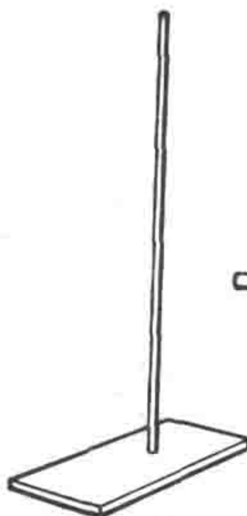






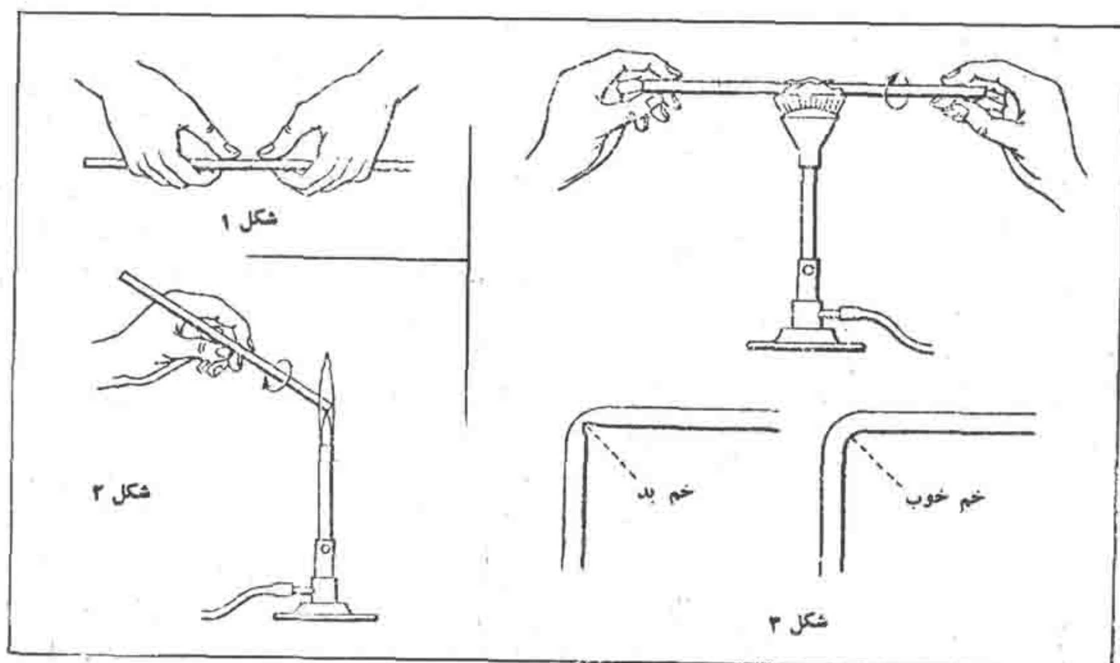








بعضی از ابزارهای آزمایشگاهی



بریدن و خم کردن لولهٔ شیشه ای[۱]

به صورت زاویهٔ قائمه درآید بجاست که چند نقطه نزدیک به یکدیگر آن را به فاصلهٔ ۳ تا ۴ سانتیمتر به تدریج خم کنید. برای خم کردن لوله از انبرک فلزی استفاده کنید.

برای عبوردادن لوله از سوراخ دَرِ لاستیکی، چند قطره آب یا گلیسرین به آن بزنید. لوله را با دستمال بگیرید و به‌طور راست درسوراخ بچرخانید. در صورت نیاز، معلم شما نحوهٔ سوراخ کردن دَرِ لاستیکی را برای شما نشان می‌دهد.

ث ـ دقت اندازه گیری وخطای آن ـ درنوشته‌های علمی عباراتی مانند "امروز هوا سرداست" یا "این جسم سنگین است" کمتر به کار می‌رود و به جای آنهاازعباراتی چون "دمای هوا ۱۲ درجهٔ سانتیگراد است" یا "این ظرف دارای ۴۵۳/۶ گرم نمک‌طعام است" استفاده می‌شود. دو عبارت اولیه‌را "توصیف کیفی" و عبارتهای بعدی را "بیان کمی و دقیق" می‌نامند. بیان کمی و دقیق باید نشان دهندهٔ مقدارحقیقی کمیتهاباشد ولی‌آیا این کارممکن‌است؟

با مقایسهٔ نتیجهٔ مشاهدات دانش‌آموزان در بارهٔ دمای ذوب یک مادهٔ جامد به دو نوع خطای اندازه‌گیری برخورد کردیم که آنها راخطای

۱ـ خم کردن لوله‌های شیشه‌ای قطور که دیواره آنها بسیارنازک است خطرناک میباشد. چون ممکن است بر اثر شکستن، تکه‌های شیشه بصورت و چشم پرتاب شود. بنابراین حتی‌الامکان از عینک آزمایشگاهی استفاده شود.

ابزاری وخطای مشاهده کننده نام نهادیم. دراینجا این خطاها را با موشکافی بیشتری بررسی می‌کنیم و با چگونگی گزارش دادن آنها آشنا می‌شویم.

مجدداً" اندازه‌گیری دما را مثال می‌زنیم. دقت تشخیص دما به عوامل زیادی بستگی دارد که در رأس آنها نوع و ساختمان دماسنج است. دماسنجی که به کار می‌رود تا چه حد دقیق ساخته شده است؟ آیا قطر لولهٔ مویینی آن در سرتاسر دماسنج یکی است؟ آیا درجه بندی آن به دقت انجام گرفته وفاصلهٔ میان یک درجه بادرجهٔ بعدی واقعاً" یکسان است؟ کوچکترین درجهٔ این دماسنج چقدر است؟

فرض کنید با دماسنجی کار می‌کنید که کوچکترین درجهٔ آن ۰/۱ سانتیگراد است. دماسنج رادرآب وارد می‌کنید ودرجهٔ ۲۷/۶ را می‌خوانید. دانشمندان نسبت به رقم ۶ که پس از ممیز آمده عقیدهٔ جالبی دارند. آنان می‌گویند رقم ۶ می‌تواند ۵ یا ۷ نیزباشد، یعنی دمای آب ممکن است ۲۷/۵ یا ۲۷/۷ باشد. در این مورد می‌گویند که " خطای اندازه‌گیری " این ابزار ۰/۱± درجه می‌باشد و از این رو دمای آب را به صورت ۰/۱±۲۷/۶ درجه گزارش می‌دهند.

هرگاه دماسنج ظریف ودقیق تری به کاربرید که بتواند تا ۰/۰۱ درجه را نشان دهد، دیگر نمی‌توانید رقم ۶ را به ۵ یا ۷ برسانید. در این مورد ممکن است دما را ۲۷/۶۳ گزارش دهید. در اینجا رقم ۳ نشان می‌دهد که خطای اندازه گیری از ۰/۱± به ۰/۰۱± کاهش یافته و دمای آب ممکن است میان ۲۷/۶۲ تا ۲۷/۶۴ باشد.

یکی دیگر ازعوامل مؤثر دردقت اندازه‌گیری مربوط به شخص مشاهده کننده است. مهارت او در به کاربستن دماسنج، قدرت تشخیص چشم وتجربیات گذشتهٔ او چگونه است؟

عامل مهم دیگر نیز دقت در بیان نتایج اندازه‌گیری است. کلیهٔ عوامل نامبرده ما را به این نتیجه می‌رساند که هرچه دقت ابزار اندازه‌گیری بیشتر باشد و هرچه توجه و مهارت مشاهده کننده افزایش یابد و بیان نتیجهٔ مشاهدات او صحیح تر و علمی‌تر باشد، به مقدار واقعی یک کمیت نزدیکتر می‌شود، ولی هرگز به آن نمی‌رسد.

برای سهولت محاسبه در اغلب آزمایشها و محاسبات دراین کتاب از ذکر خطاهای اندازه‌گیری و حدود دقت ابزارهای آزمایشگاهی صرف نظر می‌شود ولی همواره به یادداشته باشید که نتایج هر مشاهدهٔ علمی، هر چند دقیق باشد، جنبهٔ تقریب را دارد و برای تعیین حدود دقت آن باید آخرین رقم بعد از ممیز را مورد توجه قرار دهید.

تمرین

۱ ــ کوچکترین درجهٔ ترازوی معمولی آزمایشگاه ۰/۱ گرم است. وزن جسمی را به وسیلهٔ این ترازو برابر ۲۳۵/۲ گرم تعیین کرده‌اید. هرگاه بخواهید نتیجهٔ توزین خود را با دقت بیشتری بیان کنید، چه عددی را گزارش می‌دهید؟

۲ ــ ابزار اندازه‌گیری طول معمولاً" خط کش است که تا ۰/۱ سانتیمتر درجه بندی شده است. برای سنجش دقیق تر طول، از ابزاری به نام " کولیس " استفاده می‌شود که معمولاً" تا $\frac{۱}{۱۰۰}$ سانتیمتر دقت دارد. سنجش ضخامت و قطر اجسام نیز به وسیلهٔ ابزار دیگری به نام "ریز سنج یا میکرومتر" انجام می‌گیرد که دقت آن به ۰/۰۰۱ سانتیمتر می‌رسد.

هرگاه طول یک جسم به وسیلهٔ کولیس ۱۲/۶۵ سانتیمتر و ضخامت ورقهٔ نازکی ازیک فلز

به وسیلهٔ ریز سنج ۰/۰۱۴ سانتیمتر گزارش داده شود ، این کمیتها را چگونه با دقت بیشتری بیان می‌کنید ؟

۳ــ برای حرارت دادن درحدود ۱۰۰ میلی‌لیتر از یک‌مایع ناشناخته ،بهتر است که از کدامیک از ظرفهای زیر استفاده کنیم ، چرا ؟

الف ــ لوله آزمایش ، ب ــ بشر

ج ــ ظرف مخروطی (ارلن) د ــ کپسول‌چینی

۴ــ برای برداشتن یک سانتی‌مترمکعب مایعی که دارای بخارات‌سمی است ، بهتر است که از کدام وسیله زیر استفاده بشود ؟ چرا ؟

الف ــ بورت ب ــ پی‌پت

پ ــ قطره چکان مدرج ت ــ استوانه مدرج

۵ــ برای حرارت دادن یک مایع در لوله آزمایش ، نکات زیر را رعایت می‌کنیم . در هرمورد علت را توضیح دهید .

۱ــ لوله را از نوع شیشه نشکن (پیرکس) می‌گیریم .

۲ــ لوله را از مایع پر نمی‌کنیم .

۳ــ لوله را با یک گیره می‌گیریم .

۴ــ لوله را کج نگاه می‌داریم (آن را بطور قائم نمی‌گیریم) .

۵ــ دهانه لوله را دوراز صورت خود ودیگران می‌گیریم .

۶ــ همه اطراف لوله را چند لحظه گرم کرده و سپس شعله را زیر لوله می‌گیریم .

۷ــ ضمن حرارت دادن ، لوله را به ملایمت تکان می‌دهیم .

۸ــ در پایان لوله را در جا لوله خشک قرار می‌دهیم .

۶ــ هر گاه هنگام ورود به آزمایشگاه ، متوجه بوی گاز سوختنی شوید ، چه می‌کنید ؟ اقدامات اولیه و بعدی را بیان کنید .

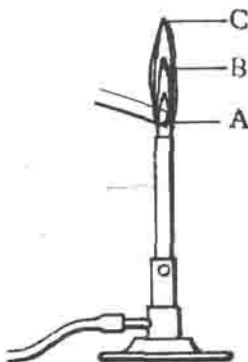
۷ــ چگونه از یک‌لوله‌شیشه‌ای نازک ، یک‌قطره چکان می‌سازید ؟

۸ــ بادردست داشتن یک استوانه مدرج ویک ترازو ، چگونه می‌توانید وزن حجمی یک تکه آهن را تعیین کنید ؟

۹ــ با در دست داشتن یک ترازو و یک بشر مدرج چگونه می‌توانید وزن حجمی تقریبی آب را تعیین کنید ؟

فعالیت ــ یک سرلوله شیشه‌ای کوتاه‌و باریکی (به طول تقریبی ۵ سانتیمتر) را در ناحیه A وارد کرده و کبریت‌افروخته‌ای رابه سر دیگر آن که خارج شعله قرار دارد ، نزدیک کنید . چه می‌بینید ؟

یک تکه کاغذ را کنار سرخارجی لوله قرار دهید . آیامی‌سوزد ؟ باتوجه به نتیجه این آزمایش آیا می‌توان گفت‌که ناحیه A در شعله چراغ ، شامل گاز یا بخارات نسوخته‌است ؟ آزمایش راروی نواحی C و B انجام دهید . آیا این دو ناحیه نیز دارای گازهای نسوخته هستند ؟



فصل ۲

روش علمی و کاربرد آن در شیمی و زندگی

برای برخورد صحیح با مسائل علمی و اجتماعی و طی کردن راه و روش دانشمندان جهت حل آنها از شیوه‌های علمی و منطقی استفاده میشود .

مطابق " روش علمی " هرگاه با یک مشکل یا مسئله‌ای مواجه شویم ، ابتدا باید مشاهدات و اطلاعات دقیق و متعددی را درباره آن جمع‌آوری کنیم آنگاه مشاهدات و اطلاعات به دست آمده را با نظم مناسبی کنار یکدیگر قرار دهیم تا از مقایسه آنها به یک حدس علمی یا فرضیه خام دست یابیم . در پذیرفتن فرضیه و نظام بدست آمده ، هرگز اصرار و تعصب نمی‌ورزیم بلکه درصدد خواهیم بود که از صحت آن اطمینان حاصل کنیم . به همین دلیل راه و روشهایی برای امتحان صحت فرضیه جستجو میکنیم . هرگاه فرضیه پیشنهادی از بوته آزمایش گذشت و صحتش ثابت شد ، از آن برای رسیدن به داوریهای قابل اعتماد و یا انجام پیشگوئی‌ها و معلومات‌سازی استفاده می‌کنیم .

مجموعه مراحل فوق که در برخورد با قضایای علمی ، اجتماعی و غیره به کار می‌رود "روش علمی " نام دارد . دراین فصل ابتدا با مراحل روش علمی از راه انجام دادن آزمایشهای ساده و ذکر مثال و داستان آشنا می‌شویم و به اهمیت کاربرد آنها در زندگی پی می‌بریم . آنگاه از آنها به عنوان راه و روش و الگو برای تفکر و تحقیق و پیشگوئی خواص استفاده میکنیم .

در برنامه شیمی ۴ ساله متوسطه مرتبا" با مواردی از کاربرد روش علمی برای تفسیر خواص و پیشنهاد فرضیه‌ها همچنین انجام دادن پیشگوئی‌ها مواجه خواهیم شد . امید است که در این راه ، با کسب مهارت در کاربرد روش علمی به مرحله‌ای برسیم ، که در برخورد با معماهای زندگی و مسائل اجتماعی نیز قضاوتهای عجولانه و اقدامات ناسنجیده نکنیم و در هر مورد روشهای منطقی و علمی اندیشمندان را به کار بریم .

۱- مشاهدهٔ علمی ، نخستین گام در راه روش علمی

همان طوری که در زندگی روزانه می بینیم ، اشخاص مختلف ممکن است مشاهدات خود را به صورتهای گوناگون تعبیر و تفسیر کنند . به بیان دیگر بسیاری از مردم با مشاهدهٔ صحنهٔ یکسان ، توصیف و استنباطهای متفاوتی از آن می‌کنند . برای مثال ممکن است صحنهٔ تصادف اتومبیلی به وسیلهٔ چند نفر مشاهده شود ولی توصیف و بیان آنان در بارهٔ آن صحنه هماهنگ نباشد .

هر چه مشاهده دقیق و به اصطلاح "علمی" باشد ، استنباط و تعبیر و تفسیرهای بعدی به حقیقت نزدیکتر میشود . مشاهدهٔ علمی ، نوعی مشاهدهٔ دقیق و خالص است . مشاهده‌ای است از آنچه واقعا" اتفاق افتاده نه آنچه که استنباط میکنیم ، یا انتظار آن را داریم . بدیهی است که انجام چنین کاری دشوار است ولی تمرین ، دقت

و شکیبایی ، ما را در پرورش مهارت در مشاهدهٔ علمی و جمع آوری یافته‌های معتبر کمک میکند. چنین یافته‌هایی است که میتواند ما را به پیشنهاد فرضیه‌های صحیح و داوریهای رضایت بخش برساند. برای آگاهی از میزان دقت خود در انجام دادن " مشاهدهٔ علمی " و خو گرفتن به مشاهدهٔ دقیق و خالص ، آزمایش ظاهرا " سادهٔ زیر را انجام دهید. خواهید دید که چه نتایج ارزنده‌ای ممکن است از آن گرفته شود.

فعالیت عملی: مشاهده سوختن شمع

یک‌شمع سالم را انتخاب کرده،روی یک تکه مقوای کوچک بچسبانید و آن را روشن کنید، مشاهدات خود را با دقت در دفترچهٔ آزمایشگاه یادداشت کنید.

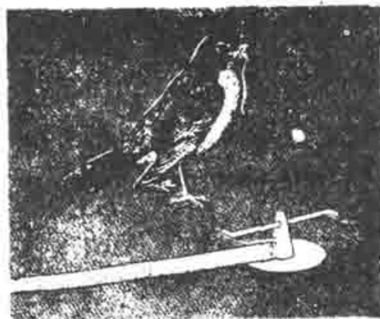
برای دست یافتن به برخی از نتایج کمی و دقیق می توانید از ابزارهایی مانند خطکش‌استفاده کنید.

در ضمیمه آخر کتاب ، مشاهدات یک دانشمند در بارهٔ سوختن شمع آورده شده است . پس از پایان آزمایش ، یادداشتهای خود را با مشاهدات دانشمند مزبور مقایسه کنید. چون این احتمال وجود دارد که مشاهدات شما نه تنها از لحاظ کمی به مشاهدات علمی و دقیق دانشمند نرسد ، بلکه از لحاظ کیفی نیز شامل نقطه ضعفهایی باشد ، بجاست که آنها را بررسی کنید. بررسی گروهی این مشاهدات در کلاس و اظهار نظر دبیر شما در باره آنها به کشف نارساییها و پیدایش مهارت بیشتر در انجام دادن مشاهدهٔ دقیق کمک میکند.

۲- مشاهده‌ها و نظامها

می دانید که کرمها طعمهٔ خوبی برای ماهیها هستندو کسانی که برای تفریح به ماهیگیری میروند، در آبهای جمع شده در گودالها و کنار جویبارها به جستجوی کرم می‌پردازند. برای آنان ،وجود آب در زمینهای خیس و مرطوب ، به معنی امکان وجود کرم هست .ماهیگیر به خاطر همین "نظام" ساده‌ای که در ذهن خود پرورانده است، دیگر وقت خودرا در زمینهای خشک و بی آب تلف نمیکند و فقط در نقاطی که احتمال وجود کرم‌در آن بیشتر است ، به جستجو میپردازد.

برای دوستان کوچک وخوش نقش و نگار ما، یعنی پرندگان نیز که همواره در جستجوی غذا





هستند، وجود آب در روی زمین نشانه‌ای ازوجود کرم هست. به خاطر همین رابطهٔ ساده است که تأمین غذای پرنده آسانتر میشودو زندگی او راحت‌تر می گذرد.

شکل صفحهٔقبل این دوصحنه‌را نشان میدهد.

به نظر شما چه تفاوت مهمی میان جستجوی کرم به وسیلهٔ پرنده و جستجوی آن به وسیلهٔ انسان وجوددارد؟

انسان بر خلاف پرنده، مشاهدهٔ خود را آگاهانه و هوشمندانه انجام میدهد. او نه فقط به جستجوی رابطهٔ میان اشیا میپردازد و به نظامهایی میرسد، بلکه در بارهٔ علت پیدایش این نظامها نیز می‌اندیشد.

انسان خواه کودک، خواه بزرگسال با کنجکاوی مشاهده می نمایدو از مشاهدات خود نتیجه‌گیری میکند.

در کتاب علوم سال سوم دبستان داستانی از فرهاد کنجکاو خوانده‌اید. اومیخواست دربارهٔ منشاء پیدایش کرمهایی که پس از یک باران در گودال کوچکی مشاهده کرده بود، تحقیق کند. فرهاد برای توجیه مشاهدات خود حدسهای هوشمندانه‌ای زدو برای اثبات درستی حدسهایی که زده بود، به آزمایش متوسل شد.

برای ماهیگیری نیز، اندیشیدن در بارهٔ علت گردآمدن کرمها در زمینهای خیس و مرطوب جالب است. در این باره او ممکن است از خود بپرسد که " آیا گردآمدن آب در سطح زمین مانع دم زدن کرمهایی است که در زیرخاک هستند؟" و " آیا همین عامل باعث کشیده شدن کرمها به سطح زمین میگردد؟" برای امتحان درستی فرض خود نیز ممکن است دست به آزمایش بزند. او کرمی را در ظرف آبی می‌اندازد." مردن کرم برای او دلیلی به شمار می‌آید".

با این تحقیق او توانسته است که یکی از خصوصیات کرمها را که دم زدن باشد، بررسی کند. در این مورد ممکن است سوءالات پیچیده تری برای او مطرح شود. ممکن است از خـود بپرسد "چه‌مقدار آب لازم است تا کرم را به سطح‌زمین بکشاند؟" " چرا کرم به هوا نیاز دارد؟" "چگونه کرم از هوا استفاده میکند؟". امتیاز انسان بر پرنده دراین است که او همواره به دنبال این‌گونه " چه "، " چرا " و چگونه" هاست.

۳- چگونگی جستجوی نظام و پیشنهاد فرضیه‌ها

مشاهدهٔ اغلب سوءالاتی را به دنبال دارد. مهمترین سوءالی که مطرح میشود این است که: در میان اطلاعات جمع آوری شده چه نظامهایی‌آشکار میشود؟ کشف نظام به ما کمک میکند تا مشاهدات خود را منظم و خلاصه کنیم. دربحث قبل، نظام " وجود آب در گودالهای کوچک سطح زمین، برای ما نشانـه‌ای از وجود کرم بود" هزاران مشاهده انجام شده راخلاصه میکند. به جای آن که هر مشاهده به طور مستقل در نظر گرفته شود، تعداد زیادی ازمشاهدات طبقه بندی شده با یکدیگر مقایسهٔ میشوند تا از مجموع آنها نظامهایی کشف گردد.

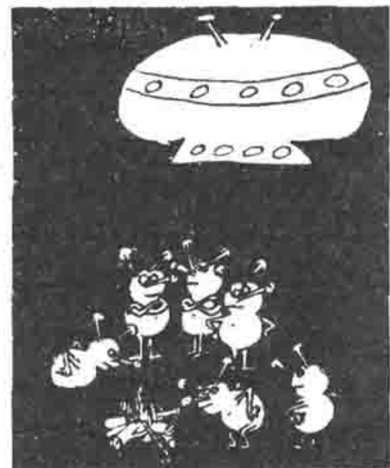
جستجوی نظام معمولا" جالب است ولی همیشه‌آسان نیست. در راه هر کشفی، یک‌اشتباه کوچک ممکن است ما را به بن بست بکشاند. هر گامی را نمی‌توان پیشروی دانست ولی در عین حال برای پیشروی، راهی به جز گام برداشتن وجود ندارد. انتظار ما این است که بیشتر گامهای

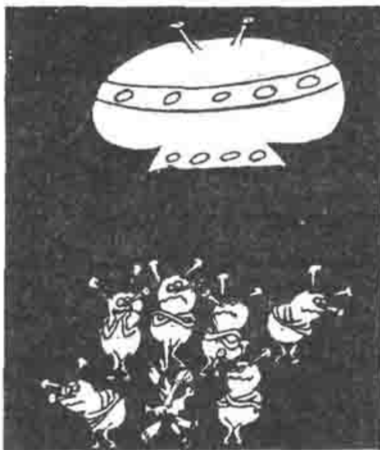
ما گامی به جلو باشد . بجاست که برای آشنا شدن   بخوانید .
با روش درست جستجوی نظام افسانهٔ زیرا را

۱ـ افسانهٔ موجودهایی از فضای ناشناخته

سالها پیش بشقاب پرنده‌ای به علت نقص فنی در یک جنگل کم درخت ، در یکی از مناطق سردزمین فرود آمد . هیچ کس نمیداند سرنشینان آن از کدام سیاره بودند . ماهم نمیدانیم ولی برای آسانی بیان ، دراین افسانه آنان را مریخی می‌نامیم . مریخیهای مورد بحث ما موجودهای با هوشی بودند ولی به هر حال در محیط جدیدی قرار گرفته بودندو مسلما " مشکلات تازه‌ای در پیش داشتند . در آن شب تاریکی که موجودهای مریخی ما در زمین فرود آمدند ، هوا بسیار سرد بود . چون موجودهای فضایی در کره‌ای بدون اکسیژن می‌زیستند ، طبیعی است که با آتش به عنوان منبع حرارتی آشنائی نداشتند .آنها به سرعت نگاهی به اطراف انداختند و در فاصلهٔ نسبتا " دوری متوجه موجودهای ناآشنایی شدند که در اطراف درخششی که از یک جسم استوانه‌ای شکل تولید میشد گردآمده بودند و سرو صدای عجیبی ایجاد میکردند ، موجودهای مریخی تاآنجا که می توانستند به گروه نزدیک شدندو با کمال تعجب دریافتند که حرارت زیادی از استوانه‌های درخشان تولید میشود . در یک لحظه با خود اندیشیدند که اگر آنها نیز می توانستند چنین استوانه‌های درخشانی برای خود داشته باشند ، زندگی راحت‌تری پیدا میکردند . اما مشکل این بود که چگونه میتوان چنین استوانه‌های درخشانی به وجود آورد ؟ با خود فکر کردند که اگر مخلوقات زمینی بتوانند یک منبع حرارتی درست کنند ، مریخیهای با هوش نیز میتوانند چنین کاری را انجام دهند .

اولین کار آنها این بود که صبر کردند تا زمینیها به چادرهای خود رفتند . به سرعت به سوی استوانه‌های درخشان پیش رفتند و چند تنه درخت را از سر نسوختهٔ آنها گرفتند و به نقطه‌ای در نزدیکی سفینهٔ فضایی خود بردند . چیزی نگذشت که آنها هم صاحب منبع حرارتی شده بودند .از گرم کردن





۴- از نظامها تا فرضیه‌ها

با گذشت زمان و باتوجه به جدول تنظیمی ، موجودهای مریخی متوجه شدند که تمام اجسامی که میسوزند ، استوانه‌ای شکل هستند البته آنها در مورد حلقهٔ لاستیکی و دینامیت با اشکالاتی برخورد کردند ولی مطمئن بودند که درآینده‌نیز میتوانند آنها را بشناسند . در عین حال خیلی خوشحال بودندکه دینامیت را نیز به مقدار کم به کار برده‌اندو گرنه خطر بزرگی جان آنها را تهدید میکرد . آنها می دانستند که آزمایش را

خود کاملا" راضی و خوشحال بودند . با پایان گرفتن شب ، شادی آنها نیز تمام شد . چون کم کم استوانه‌ها ناپدید میشدند . آنها دیده بودند که زمینیها انواع گوناگونی از مواد را روی آتش نهاده و آن را شعله ورتر ساخته بودند باخود فکر کردند که‌چه چیزهایی را میتوانند جانشین استوانه‌های درخشان برای تولید حرارت بنمایند ، به جنگل رفتند تا مانند زمینیها مواد سوختنی راجمع آوری کنند .تنه‌درخت کاملا" به شکل اجسام سوختنی که قبلا" دیده بودند ، کم‌یافت میشدو دانش مریخی آنها نیز نمی‌توانست در شناخت وجمع‌آوری اجسام قابل سوختنی یاری کند . بدون آن که ناراحت و نگران شوند ، اندیشیدند که " آزمایش " تنها راه حل مشکل آنهاست . با این فکر انواع گوناگون‌مواد راجمع آوری کرده و به محل اقامت خود آوردند . برای آن که بتوانند در آینده نیز از اطلاعات خود استفاده کنند ،دفترچه یادداشت خود را بیرون آورندو اسامی مواد جمع آوری شده را درآن یادداشت کردند و در کنار آن نیز قسمتی را برای ثبت نتایج آزمایش در نظر گرفتند . با قرار دادن مقدار کمی از هریک از مواد برروی آتش ومشاهدهٔ دقیق ، جدول مواد سوختنی خود را به شرح زیر کامل کردند .

جدول قابلیت سوختن مواد

مواد	نتیجهٔ مشاهده
شاخهٔ درخت	اگرتر یاخیس نباشد به راحتی می سوزد.
چوب‌نرده	خوب‌می سوزد.
حلقهٔ لاستیک	می سوزدولی هوارا آلوده می‌کند، بوی‌بد آن قابل تحمل‌نیست.
دینامیت	فاجعه‌است. درآینده‌ازبه کاربردن آن خودداری شود. توضیح : (شاید درآینده‌بتوان‌برای این‌ماده‌کاربردمناسبی‌پیداکرد)
تکه‌های‌سنگ	نمی سوزند.
گلولهٔ شیشه‌ای	نمی سوزد، دراثر گرم شدن می‌شکند.
تنهٔ درخت	به خوبی می سوزد، خیلی زیاد جمع‌آوری‌شود.

باید با مقداربسیارکم‌ماده‌انجام‌داد . در هر حال این گونه اجسام نیز حالتهای خاصی از سوختن رانشان میدادند ، دوستان مریخی ما با این‌اطلاعات فرضیه‌ای ساختند : " اجسام استوانه‌ای میسوزند " . بر اساس این فرضیه در آینده آنها میبایست فقط اجسام استوانه‌ای شکل را جمع آوری کنند . در گشت بعدی ، با به کار بردن فرضیه خود به عنوان راهنما به جمع آوری اشیای سوختنی پرداختند . دراین گشت آنها یک عصای شکسته ، یک دسته راکت تنیس و تعداد زیادی شاخه‌های درخت جمع آوری کردند . همهٔ آنها به راحتی سوختند و مریخیهای تازه وارد از شناخت سریع محیط زمین و کشف برخی اسرار آن به خود می بالیدند ، آنها خوشحال بودند که یک در چوبی شکسته ، یک جعبه پر از روزنامه کهنه و یک تکه زنجیر را با خود نیاورده‌اند ، زیرا معتقد بودند که فقط اجسام استوانه‌ای می‌سوزند ، چون فرضیهٔ خود را امتحان شده دیدند ، آن را در مواردديگر نیز به‌کاربردند و به اصطلاح آن را " تعمیم " دادند . حتما" خواهید گفت که این " تعمیم " به راستی درست نبوده است . ولی به خاطر داشته باشید تعمیمی‌که آنها داده بودند نظامی رابیان میکند که در مورد واقعیتهـای‌مشاهده شده صادق است . یک بار دیگر به جدول قابلیت سوختن موادی که تنظیم کرده بودند نگاه کنید اگر از این محدوده خارج نشویم ، تعمیم‌آنها درست بوده است . یک "تعمیم" در محدودهٔ آزمایشهایی که ما را به آن رهنمون شده است ، صدق میکند و در موارد مشابه میتوان از آن استفاده کرد .

این بار که برای جمع آوری مواد سوختنی رفتند ، سه تکه لوله آهنی ، دوبطری خالی‌نوشابه و یک میلهٔ فلزی با خود آوردند . آنها در راه خود به همان در چوبی شکسته ، جعبهٔ پر ازروزنامه کهنه و یک جعبهٔ چوبی برخورد کردند ولی چون هیچ کدام از آنها استوانه‌ای شکل نبودند به آنها علاقه‌ای نشان ندادند . در میان حیرت و تعجب فراوان آنها ، هیچ یک از این اجسام نسوخت و آتش کم‌کم رو به خاموشی گذاشت . به این‌ترتیب مجبور بودند فرضیهٔ خود را اصلاح‌کنند. نتیجه ـ گیریهای جدید عبارت بود از :

۱ـ همهٔ اجسام استوانه‌ای نمی‌سوزند .

۲ـ شاخه و تنهٔ درختان وسایر اجسام استوانه‌ای موجود در جدول میسوزند .

۳ـ جدول هنوز هم قابل استفاده‌است .

در زیر نورو گرمای آفتاب درخشان روز بعد ، مریخیهای ناراحت از سرمای شب پیش یک‌باردیگر صورت اجسام سوختنی و سایراطلاعات خود را بررسی کردندو فرضیهٔ جدیدی ساختند .

" اجسام چوبی می سوزند " .

می بینید که مریخیها در راه صحیح گام بر میداشتند ولی هنوز هم نمی دانستند که روزنامهٔ کهنه نیز قابل سوختن است و میتوانست برای‌آنها سودمند باشد . به دانش کم مریخیها نخندید . تصور کنید اگر خود شما را در مریخ رها میکردند ، چه میکردید ؟ توجه داشته باشید که‌آنها لااقل "روش علمی " را به کار برده‌اند . به کار بستن روش علمی برای هرکس ضرورت دارد . مانیز باید مانند دانشمندان به دقت مشاهده کنیم و نتایج حاصل را تنظیم نموده ، در میان آنها به دنبال نظام بگردیم تا بتوانیم از آنها بهره‌برداری کنیم .

۵ـ از فرضیه تا تئوری

نظام اولیهٔ پیدا شده ، ما را معمولا" به

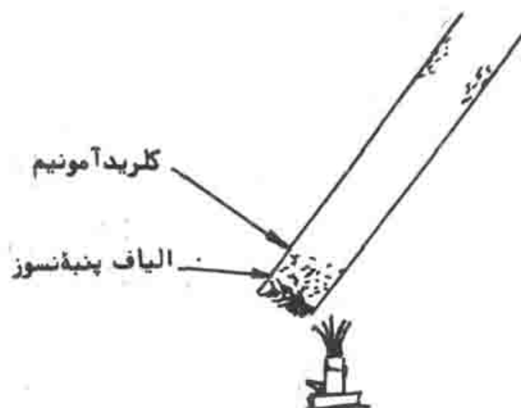
فرضیه میرساند. فرضیه‌های خوب پس از آزمایش شدن به صورت تئوری در می آیند. یک تئوری تا زمانی که خلاف آن ثابت نشده‌ومیتواند جوابگوی پرسشهای ما باشد، مورد قبول است. هرگاه در جستجوی نظام به فرضیه‌های متعددی برسیم آنها را مورد امتحان قرار میدهیم تا آن را که از همه منطقی‌تر و سودمندتر به نظر میرسد انتخاب کنیم. در آزمایشگاه‌و زندگی روزمره با مسائل گوناگونی روبه رو میشویم. در هر مورد به کمک مشاهدات دقیق خود از واقعیتهای موجود به نظامهایی می‌رسیم. برای توجیه این نظامها وانجام پیشگوییها فرضیه‌هایی می‌سازیم. در قبول یا رد این فرضیه‌ها تعصب به خرج نمی‌دهیم. فرضیه‌ای را مورد قبول قرار میدهیم که از بوتهٔ آزمایش بگذردو درستی آن ثابت شود.

۶ـ کاربرد روش علمی در حل یك مسئله

یک آزمایش تحقیقی ــ اثر حرارت بر کلریدآمونیم

ابزار و مواد موردنیاز: لولهٔ شیشه‌ای قطور ودیرگداز، لولهٔ‌آزمایش، گیرهٔ لوله، کلریدآمونیم.

کلرید آمونیم نمک سفید رنگی است که در تجارت به نشادر معروف است. از لولهٔ شیشه‌ای قطور یک تکه به طول تقریبی ۱۰ سانتیمتر جدا کرده و یک سر آن را با الیاف پنبهٔ نسوز مسدود نماییدو در آن به اندازهٔ نصف قاشق چایخوری کلریدآمونیم بریزید. در صورتی که چنین لوله‌ای نداشته باشید از یک لولهٔ آزمایش بلند استفاده کنید. لوله را به وسیلهٔ گیره به حالت مایل روی شعلهٔ گاز (یا چراغ الکلی) بگیرید و مطابق شکل ابتدا به ملایمت و سپس به مدت ۲ تا سه دقیقه به شدت حرارت دهید.



مشاهدات خودرا به دقت یادداشت کنید و لوله را بدون تکان دادن برای تحقیق بعدی نگاه دارید. معمولا" حرارت چه اثری روی مواد جامد دارد؟ از دورهٔ راهنمایی به یاد دارید که حرارت باعث ایجاد تغییر در مواد میشود. سؤال مهمی که دراین مورد مطرح‌میشود این است که‌کلریدآمونیم در اثر حرارت دچار چه نوع تغییری میشود؟ پیشنهاد دو فرضیه برای توجیه و اقعیتهای مشاهده شده و پاسخ به سؤال فوق: ممکن است‌برای‌تفسیر مشاهدات خود در بارهٔ حرارت دادن کلریدآمونیم و پیدایش مادهٔ جامد سفید رنگ در بالای لوله یکی از دو فرضیهٔ زیر را پیشنهاد کنید:

الف ــ فرضیه تغییر شیمیایی: براثرحرارت، در کلریدآمونیم نوعی تغییر شیمیایی بوجود آمده که باپیدایش مادهٔ سفید رنگ جدیدی در بالای لوله همراه است.

ب ــ فرضیهٔ تغییر فیزیکی: حرارت دادن، در کلریدآمونیم تغییر شیمیایی به وجود نیاورده است. این مادهٔ جامد بدون این که ذوب شود مستقیما" بر اثر حرارت به بخار تبدیل شده و در قسمت بالایی و سرد لوله مجددا" به حالت جامد در آمده است.

پیشنهاد روشی برای امتحان دوفرضیه فوق — شیمیدان اغلب مواد را از راه تجزیه و انجام آزمایش بر روی آنها می‌شناسد. هرگاه او حدس بزند که ماده‌ای کلریدآمونیم است. ممکن است آزمایشهای مربوط به تشخیص هر یک از دو جزء کلریدوآمونیم را انجام دهد.

در صورتی که فرضیهٔ اول درست باشد، آزمایش ثابت خواهد کردکه مادهٔ اولیه که در ته لوله قرار دارد کلریدآمونیم است ولی مادهٔ جمع شده در بالای آن چیز دیگری است. زیرا بر اثر یک تغییر شیمیایی، نوع ماده تغییر میکند.

اگر فرضیه دوم درست باشد، تجزیهٔ شیمیایی نشان خواهد داد که هم مادهٔ اولیه در ته لوله و هم مادهٔ جمع شده در بالای آن کلریدآمونیم است.

بنابراین پیشنهاد میشود که مادهٔ جامد اولیه در ته لوله و مادهٔ تولید شده در بالای لوله را آزمایش کنیم و فرضیهٔ درست را انتخاب کنیم.

آزمایش تشخیص کلریدآمونیوم ـ ابزار و مواد موردنیاز: لولهٔ آزمایش، محلول نیترات نقره، محلول غلیظ سود سوزآور، محلول فنل‌فتالئین.

میدانیم کلریدآمونیوم ترکیبی است که شامل دو جزء کلریدو آمونیم میباشدو میتوان هریک از آنها را به روش زیر شناخت.

تشخیص کلرید: در سالهای پیش برای شناختن کلریدسدیم (نمک طعام) از محلول نیترات نقره استفاده کردید. پیدایش رسوب سفید کلریدنقره نشانهٔ وجود کلرید بود. میتوان معادله واکنش را به صورت زیر نمایش داد:

نیترات نقره + نمک‌طعام (کلریدسدیم) ←

نیترات سدیم + کلریدنقره

دراینجا نیز برای تشخیص کلرید از همین روش استفاده میکنید. اندکی کلریدآمونیم را در لولهٔ آزمایش ریخته، بر روی آن آب مقطربریزید. چند قطره محلول نیترات نقره به آن اضافه کنید چه تغییری مشاهده میکنید؟ معادلهٔ واکنش انجام شده را بنویسید.

نیترات نقره + کلریدآمونیوم ←

نیترات آمونیوم + کلرید نقره

تشخیص آمونیم: اندکی کلریدآمونیم را در لولهٔ آزمایش ریخته در حدود ۲ سانتیمترمکعب محلول غلیظ سودسوزآور به آن اضافه کنید و مخلوط را به ملایمت حرارت دهید آیا با بوی تندی که به مشام میرسد آشنا هستید؟

توجه: برای بوییدن هرمادهٔ شیمیایی هرگز لوله را به بینی خود نزدیک نکنید، ممکن است این کار برای شما خطراتی همراه داشته باشد. برای این کار مطابق شکل با تکان دادن دست بخارات ماده را به سوی بینی خود برانید.

گاز آمونیاک خاصیت بازی دارد و کاغذ آغشته به محلول فنل‌فتالئین را ارغوانی میکند. این گاز کاغذ تورنسل مرطوب را به چه رنگی در می آورد؟

با استفاده از این آزمایش کدام فرضیه قبول و کدام فرضیه رد میشود.



روش بوکردن

۷- شیمی‌دانها چه می‌کنند وچگونه به‌حل مسائل زندگی می‌پردازند؟

در زندگی روزمره به کمتر ماده‌ای برخورد می‌کنیم که دست‌شیمیدانان درتهیه یابهبودآن در کار نباشد. آبی که می‌آشامیم، غذایی‌که‌میخوریم، لباسی که می‌پوشیم، ساختمانی که در آن زندگی میکنیم و وسیله‌ای که با آن به سرکارمان میرویم. همه و همه به صورتی به کمک علم شیمی در اختیار ما قرار گرفته اند. آب آشامیدنی با کلر تصفیهٔ بهداشتی شده، روغنهای نباتی با روشهای شیمیایی تهیه گردیده، لباس ما به کمک مواد شیمیایی‌رنگ شده است، تیرآهن، سیمان و رنگهای خانهٔ خود را با کمک شیمیدانان تهیه کرده‌ایم وبالاخره‌کلیهٔ اجزا و دستگاههای اتومبیل که معمولی‌ترین‌وسیلهٔ نقلیهٔ امروزی است با کمک علم شیمی ساخته شده است. شاید به‌جا باشد یک روز ازصبح‌تا شب، مواد مورد استفادهٔ خودو همچنین سایر موادی را که‌در زندگی روزانه به آن برخورد میکنید مورد مطالعه قرار دهید و نقش علم شیمی را در آن‌پیدا کنید. علاوه بر اینها شیمیدانان شب و روز کار میکنند تا به بهبود زندگی ما کمک کنند. حتما" از تلاش آنان برای کشف داروهای جدید از جمله‌داروهای معالج سرطان آگاهی دارید. دراین قسمت به بعضی از این مسائل اشاره خواهیم کرد:

مسئله تاءمین پروتئین- یکی از زمینه‌هایی که خیلی مورد توجه علم شیمی است، تاءمین پروتئین مورد نیاز جهان است. گیاهان کارخانه‌های سازنده، موادی بنام آمینو اسیدها هستند که واحد ساختمانی پروتئینها میباشند. ولی نوع و مقدار پروتئین تهیه شده از گیاهان برای رفع نیازمندیهای انسان کافی نیست. گزارشهانشان میدهد که در حال حاضر در حدود بیست میلیون تن پروتئین برای مصرف سالانهٔ جهانی کمبود داریم. با ازدیاد جمعیت این کمبود زیادتر میشود و شاید تا ربع قرن دیگر به حدود ۶۰ میلیون‌تن برسد! اینجاست که علم شیمی و روش علمی را به کمک می‌گیریم. در مرحلهٔ اول باید دید چه چیزی را می‌خواهیم تهیه کنیم. یعنی باید ابتدا در مورد ساختمان شیمیایی مادهٔ مورد بحث مطالعه کنیم. چنان که گفتیم پروتئینها از آمینواسیدها ساخته میشوندو اینها ترکیبات پیچیده‌ای از کربن، ئیدروژن، اکسیژن و نیتروژن هستند. شاید بگوئید در جهان اشکال مختلف کربن فراوان است، ئیدروژن و اکسیژن هم‌که هر دو در آب یافت میشوند وبالاخره نیتروژن هم که در حدود چهار پنجم حجم هوا را تشکیل میدهد. بنابراین‌نباید مسئله‌ای به نام کمبود پروتئین وجودداشته‌باشد. ولی مشکل کار به هم پیوستن این مواد ساده و تهیهٔ پروتئین است. میدانیم که میتوان‌ازترکیب مستقیم نیتروژن‌وئیدروژن آمونیاک تهیه کرد. ولی بین ساختن ماده‌ای به سادگی آمونیاک و ترکیب پیچیده‌ای چون یک آمینواسید تفاوت بسیار است. پس چه باید کرد؟ شیمیدانان دراین مورد از زیست‌شناسان کمک می‌گیرند. حال که نمی توانیم در آزمایشگاه از مواد ساده پروتئین بسازیم، آیا موجودات ذره‌بینی می توانند به ما کمک کنند؟

واقعیت این‌است که‌بعضی ازباکتریها، مخمرها و قارچها می‌توانند به کمک مواد نفتی پروتئین بسازند. پس مرحلهٔ بعدی کار، انتخاب مادهٔ

۱- میدانید که بعضی از جانوران پروتئین مورد نیاز خود را از منابع گیاهی تأمین میکنند.

نفتی مناسب و مورد علاقهٔ باکتریها و همچنین پیدا کردن نوعی باکتری است که بتواند این کاررا انجام دهد. امروزه در بسیاری از کشورهای جهان تحقیقات زیادی در این مورد در دست انجام است. کشور ما نیز پا به پای سایر کشورها، در این راه تلاش می‌کند تا شاید بتواند به این وسیله نیز به بشریت خدمت کند.

سؤال مهم این است که چرا مواد نفتی را به عنوان مادهٔ اولیهٔ تهیهٔ پروتئین انتخاب کرده‌ایم. مواد نفتی ترکیباتی از کربن وئیدروژن (ئیدروکربن) هستند و چنان که گفته شد بعضی‌از موجودات ذره‌بینی می‌توانند از آنها برای تهیهٔ پروتئین استفاده کنند. از طرف دیگر برخی از ترکیبات موجود در نفت مورد استعمال صنعتی چندانی ندارند. مثلا" پارافینها را میتوان ازاین دسته دانست. باکتری انتخاب شده نیز بایدبتواند با سرعت زیاد تکثیر پیدا کند. تا بتوان از آن‌در مقیاس تجارتی پروتئین تهیه کرد. پس از آن که مادهٔ نفتی لازم و باکتری مناسب و محیط زندگی مساعد برای آن آماده شد و باکتری رشد کرد، زمان آن می‌رسد که باکتریها را کشته و از پروتئین موجود در آنها استفاده کنیم. امروزه در بعضی از کشورها این کار انجام شده و پروتئین تهیه شده به مصرف خوراک دام می‌رسد. ولی هنوزاین مشکل وجود دارد که طعم گوشت حیواناتی که با این پروتئین تغذیه شده‌اند مورد پسند انسان نیست. علاوه بر این مسئله، مسائل فنی دیگری نیزوجود دارد که باید برای آنها راه حلی یافت.

مسئله بحران انرژی و استفادهٔ بهتراز منابع انرژی ــ میدانید که امروزه، ما از منابع انرژی که مهمترین آن را نفت تشکیل میدهد به طور کامل و صحیح استفاده نمی کنیم. به عنوان مثال در اتومبیل فقط ۱۵ درصد انرژی نفت به صورت مفید مصرف میشود و بقیه به هدر میرود. میزان انرژی مفید در لوکوموتیوهای دیزلی به ۳۰ درصد و در نیروگاههای برق حداکثر به ۴۰ درصد میرسد. آیا درست است که مادهٔ با ارزشی چون نفت را این چنین به هدر دهیم؟ پس راه علاج چیست؟ آیا میشود دستگاهی ساخت که بتواند از ۱۰۰ درصد انرژی استفاده کند؟

میدانید که ساده‌ترین مادهٔ سوختنی ئیدروژن است. از ترکیب ئیدروژن و اکسیژن انرژی آزاد میشود. اگر این کار را به طریق معمولی انجام دهیم، یعنی ئیدروژن را بسوزانیم، نمی‌توانیم از انرژی آن حداکثر استفاده را بکنیم. احتمالا" اطلاع دارید که در سفینه‌های فضایی باتریهایی وجود دارد که در آن انرژی حاصل از ترکیب یک سوخت مانند ئیدروژن با اکسیژن مستقیما" به انرژی الکتریکی تبدیل میشود بدون آن که نور یا حرارت قابل ملاحظه‌ای ایجاد شود. آیا میتوان باتریهایی ساخت که در آن انرژی حاصل از ترکیب نفت و اکسیژن مستقیما" به الکتریسیته تبدیل شود؟ اگر چنین دستگاهی ساخته شود. در آن صورت میتوان به آرزوی استفاده از صددرصد انرژی نفت نایل شد.

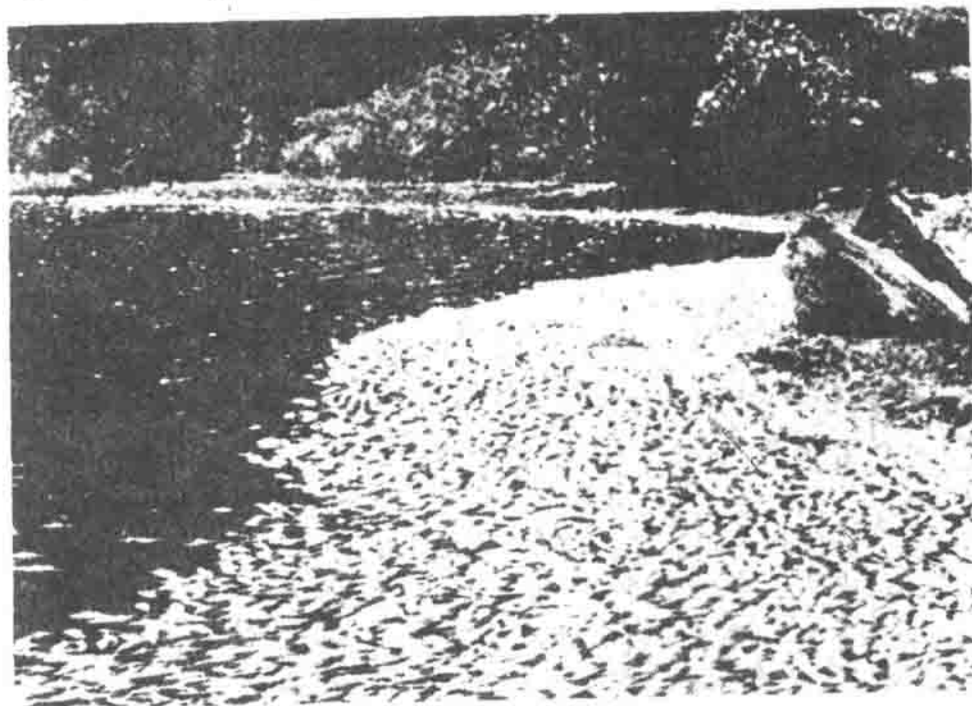
اساس باتریهای نفتی نیز مانند باتریهای معمولی باید باشد با این تفاوت که باتریهای معمولی پس از مدتی از کار می افتند، در حالی که باتریهای نفتی تا زمانی که به آنها نفت برسد می‌توانند کار کنند. یکی دیگر از مهمترین مزایای باتریهای نفتی آن است که محیط را آلوده نمیکنند. درحالی که امروزه یکی از مهمترین منابع آلوده کنندهٔ محیط، دستگاههای معمولی مصرف کنندهٔ موادنفتی هستند.

مسئله آلودگی محیط زیست ــ حال که با بعضی از تلاشهای دانشمندان شیمی برای بهبود زندگی بشر آشنا شدید، به جاست به بعضی از اشکالاتی که پیش آمده یا ممکن است پیش آید نیز نگاهی بیندازیم. یکی از مشکلات اساسی امروزی که آن را بیشتر زاییدهٔ پیشرفتهای تکنولوژی و فعالیتهای شیمیایی می‌دانند، آلودگی محیط زیست است.

میتوان منظور از محیط را، آب، هوا، خاک و موجودات زنده دانست. همهٔ این عوامل بایدبه نحوی خوب و با حداکثر استفاده در اختیار بشر قرار گیرد. این عمل در صورتی امکان پذیر است که بشر نیز ازآلوده کردن محیط بپرهیزد. آب و خاک دو منبع اساسی تأمین غذای انسان هستند. گهگاه در روزنامه‌ها می‌خوانید که فلان منبع آلودگی یا فاضل آب فلان کارخانه باعث مرگ میلیونها ماهی شده است.

آنچه مسلم است، فاضل آب بعضی از کارخانه‌های صنعتی که دارای مواد شیمیایی‌هستند باعث‌آلودگی آب میگردد. راکتورهای‌اتمی‌آلودگی گرمایی آب را سبب میشوند. منظور از آلودگی گرمایی آن است که چون این راکتورها برای خنک کردن دستگاهها مقدار قابل توجهی آب مصرف میکنند، به همین علت دمای آب رودخانه‌ای راکه از آن استفاده میکنند بالا میبرند. ازآنجا که بعضی از جانداران آبزی حتی در مقابل کمی اختلاف‌دما حساس هستند، گرم شدن آب باعث مرگ آنها میگردد. همچنین این راکتورها ممکن است مواد رادیو اکتیو در آب واردکنند.

موادی که برای دفع آفتهای گیاهی مصرف میشوند، گاهی باعث‌آلودگی‌آب میگردند. آلودگی خاک نیز ممکن است منبع شیمیایی داشته باشد. اضافی کودهای شیمیایی، مواد حشره‌کش، قارچ‌



مسمومیت ومرگ‌میلیونهاماهی‌در مرداب بندر انزلی تابستان ۱۳۵۴

کش و علف‌کش که بر روی گیاهان یا زمین پاشیده میشوند ، اغلب از ترکیبات آلی کلردار هستند و نمیتوانند در زمین تجزیه شوندو باعث آلودگی خاک میگردند. مواد پلاستیکی که به صورت زباله در خاک ریخته میشوند چون به وسیلهٔ باکتریها تجزیه ناپذیر هستند و آثار آنها در خاک همچنان باقی می‌ماند آلودگی خاک را سبب میشوند. امروزه به علت آن که بعضی از حشره‌کشها و قارچ‌کشها نظیر د.د.ت و پاراتیون به شدت باعث آلودگی آب و خاک میشوند چند سال است که مصرف آنها ممنوع شده است . کودهای شیمیایی نیز که مصرف آنها روز به روز افزایش می‌یابد چنانچه به مقدار زیادتر از حد لازم مصرف شوند باعث آلودگی آب و خاک میشوند. بر طبق آمار، مصرف کودهای شیمیایی در ایران در سال ۱۳۴۸ حدود ۴۸۰۰۰۰ تن و در سال ۱۳۵۱ در حدود ۳۶۰۰۰۰ تن بوده است.

یکی دیگر از عوامل تشکیل دهندهٔ محیط، هواست که آنهم در اثر بی احتیاطی صنایع به خصوص صنایع شیمیایی در حال آلوده شدن‌است. یکی از مهمترین عوامل آلوده‌کنندهٔ هوای شهرها، اتومبیلها هستند که با سوزاندن ناقص بنزین و گازوئیل باعث ازدیاد گاز سمی منوکسیدکربن (CO) و همچنین ایجاد اکسیدهای نیتروژن می‌گردند . همچنین بنزین اتومبیلها اغلب دارای ماده‌ای از ترکیبات سرب[1] است که برای بهسوزی بنزین به آن اضافه شده است. این ماده هنگام سوختن بنزین باعث پراکنده شدن ذرات جامد و معلق چون اکسید سرب در هوا میشود که هم سمی است و هم میتواند به صورت ذرات جامد به دستگاه تنفسی آسیب برساند. بسیاری از صنایع از جمله کارخانه‌های سیمان نیز ذرات جامدو معلق درهوا وارد میکنند. کارخانه‌هایی که از سوختهای نفتی یا زغال سنگ استفاده می‌کنند باعث افزایش گاز دی اکسید گوگرد (SO_2) در هوا میشوند. میدانید این گاز با آب تولید اسید مینماید. در نتیجهٔ زیاد شدن آن در هوا باعث زنگ زدن سریعتر فلزات میشود، نیز ناراحتیهایی برای ششها فراهم مینماید. با آن که گیاهان دی اکسید کربن را مصرف میکنند ولی در عین حال مقدارگاز دی اکسید کربن (CO_2) در جو زمین در قرن بیستم افزایش قابل ملاحظه‌ای داشته است که خود یکی از عوامل برهم زدن تعادل حیاتی درموجودات زنده به شمار می‌رود.

بطور خلاصه میتوان گفت که پیشرفتهای تکنولوژیکی و استفاده از وسایل و لوازمی که جهت بهبود شرایط زندگی به کار میرود موجب میگردد تا سلامت میلیونها نفر از افراد کرهٔ زمین به ویژه در مراکز تجمع و شهرها به طور جدی مورد تهدید قرار گیرد.

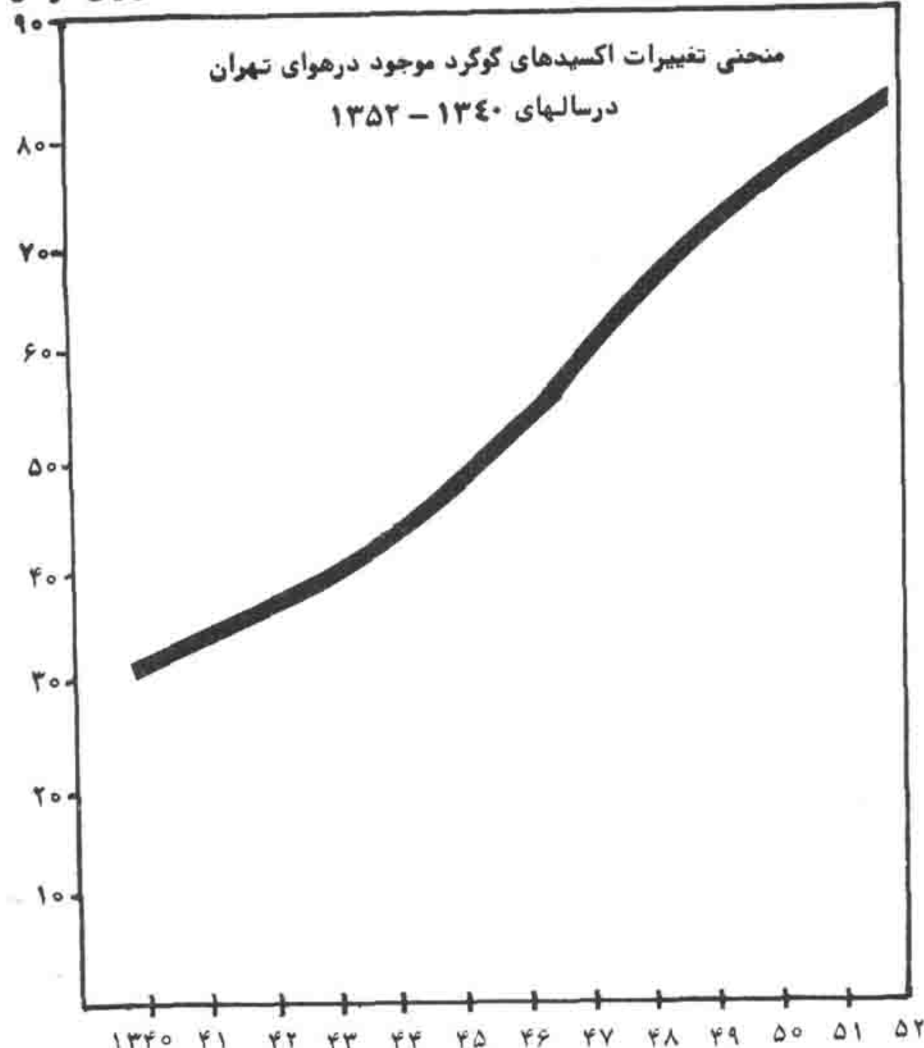
نمودار صفحهٔ بعد مقدار اکسیدهای گوگرد موجود در هوای تهران را در سالهای ۱۳۴۰ تا ۱۳۵۲ نشان میدهد[2].

بطور خلاصه موادو منابع اصلی آلوده کنندهٔ هوا را میتوان به شرح زیر خلاصه کرد :

۱ــ منو اکسید کربن : بطور عمده مربوط به خودروهایی است که مصرف سوخت آنها بنزین میباشد.

۱ــ این ماده را تترا اتیل سرب می‌گویند که فرمول آن $Pb(C_2H_5)_4$ است.

۲ــ از نشریه "تازه‌های نفت" ــ انتشارات شرکت ملی نفت ایران (۱۳۵۴).



۲ـ دی اکسید گوگرد : بطور عمده مربوط به نفت کوره (نفت سیاه) است که در بعضی صنایع و تاءسیسات حرارت مرکزی و تولید نیرو مورد استفاده قرار میگیرد .

۳ـ اکسیدهای نیتروژن : بطور عمده مربوط به‌مصرف نفت کوره ، گازوئیل و مقدار کمتری مربوط به مصرف بنزین و نفت سفید است .

۴ـ ئیدروکربنهای سوخته نشده : بطورعمده مربوط به خودروهایی است که بنزین مصرف میکنند نفت کوره و گازوئیل دراین مورد سهم کمتری‌دارند .

۵ـ ذرات ریز معلق : بطور عمده از سوختن نفت کوره حاصل میشود .

۶ـ اکسیدسرب : در نتیجهٔ مصرف بنزین حاصل میشود .

تحقیقی در بارهٔ آلودگی هوا در شهری‌بزرگ مانند تهران ــ نظر به اهمیت آلودگی هوا و تاءثیر

آن در زندگی انسان و نقش شیمیدانان و سایر دانشمندان برای مبارزه با آن و پیدا کردن راه حلهای مناسب ، به بخشی از پژوهشهایی که در ایران به ویژه ، تهران انجام گرفته ومیگیرد ، اشاره میکنیم[1] .

بدیهی است که تحقیقات کافی برای پی بردن به کیفیت و کمیت آلودگی هوای تهران و سایر شهرهای ایران انجام نشده است . از این رونمی‌توان دقیقا" میزان مواد اصلی آلوده کننده و خطرات آنها را تعیین نمود . با وجود این ، اندازه‌گیریهایی که در نقاط و فصول مختلف به وسیلهٔ سازمانهای گوناگون انجام شده نشان دهندهٔ بالا بودن مقدار آلوده کننده‌های مختلف مانند گاز دی اکسید گوگرد ، منواکسید کربن و ذرات معلق می‌باشد .

برای مثال ، آمار شرکت ملی نفت ایران نشان میدهد که مصرف فرآورده‌های نفتی به ویژه نفت کوره ، نفت سفید ، نفت‌گاز (گازوئیل) و بنزین در ۱۲ سال (۵۲ — ۴۰) در تهران کم و بیش ازچهار برابر تجاوز کرده است . با توجه به این آمار وآگاهی از میزان ترکیبات زیانبخش که از مصرف فرآورده‌های فوق حاصل میگردد ، میتوان تا حدودی کیفیت هوایی را که درحال‌حاضر هر تهرانی استنشاق مینماید روشن ساخت . مهمترین آلوده‌کننده‌های شیمیایی حاصل از سوخت فرآورده‌های نفتی که به‌طور روز افزونی بر میزان آنها افزوده میشود ، در صفحه قبل معرفی شده است . حال بجاست که با دید کمّی ، برخی از این آلودگیها را بررسی کنیم . در جدول زیر برآوردهای کارشناسان شرکت ملی نفت ایران را در مورد برخی گازهای سمی حاصل از مصرف بنزین و گازوئیل و برآوردی از همان گازهای سمی ، در صورتی که به جای سوختهای مذکور از گاز طبیعی استفاده میشد ، نشان داده شده است . این برآورد در سال ۱۳۵۳ انجام شده است و مقادیر هریک از گازهای سمی راکه فقط از بنزین و گازوئیل مصرف شده وارد هوای تهران میشود ، بر حسب تن در یک سال نشان میدهد :

نقش شیمیدان در حل مسئلهٔ آلودگی و برخی مسائل دیگر— در نتیجهٔ آلودگی آب ، هوا و خاک ، علاوه بر زیانهایی که مستقیما" به‌انسان

نوع مادهٔ آلوده کننده	نوع سوخت		نوع سوخت	
	بنزین	گاز طبیعی	گازوئیل	گاز طبیعی
منو اکسید کربن	۲۴۸۰۰۰	۴۴۰۰	۲۷۰۰۰	۲۶۰۰
دی اکسید گوگرد	۱۲۰۰	ناچیز	۱۱۰۰۰	ناچیز
اکسیدهای نیتروژن	۹۴۰۰	۳۵۰۰	۴۴۵۰۰	۱۷۰۰

۱— با استفاده از انتشارات شرکت ملی نفت ایران و سازمان ملی حفاظت محیط زیست .

وارد میشود، بسیاری از موجودات زندهٔ کوچک و مفید در طبیعت از بین رفته و نظام حیاتی طبیعت مختل میشود. راه علاج چیست؟ دراین میان شیمیدان وظایف بسیار حساسی به عهده دارد. آیا با کمک علم شیمی نمیشود فاضل‌آب کارخانه‌ها را تصفیه کردو سمّیت آنها را از بین برد؟ آیا نمیشود کود شیمیایی و مواد دفع آفات جدیدی تهیه کرد که باعث آلودگی محیط نشوند؟ آیا نمیتوان پلاستیکهای بی‌خطری تهیه کرد؟ آیا نمیتوان نوع فرآورده‌های سوختنی را بهتر کردو از مضرات آن کاست؟ در صفحه‌های قبل دیدیدکه برای پیدا کردن باکتری مناسب که بتواند از نفت پروتئین بسازد، از زیست شناس کمک میگیریم.

حال بجاست که فیزیکدان را نیز به یاری بطلبیم تا برای ما موتور بهتری را طرح‌ریزی کند که سوخت‌راکامل‌مصرف‌کند ویا بتواندازسوختهای کم ضرری چون گاز طبیعی استفاده کند.

بحران انرژی نیز مسئلهٔ روز و بسیار حساس است. انسان با مشکل بسیار بزرگی درگیر شده است. اگر موفق به کشف منابع جدید انرژی یا روشهای بهره‌گیری بهتر از منابع موجودآن‌نشود، به‌طور قطع تمدن بشری با بحران بزرگی رو به رو خواهد بود. در این مورد باید پرسید که آیا امکان ندارد از منابع دیگر انرژی از قبیل انرژی هسته‌ای، انرژی خورشیدی، انرژی آبها (سدها، رودخانه‌ها و آبشارها)، همچنین انرژی جزر و مد دریا استفاده کرد؟ اینها برخی مسئولیتهای سنگینی است که به عهدهٔ شیمیدانان و سایر دانشمندان فعلی و آینده گذاشته شده است.

پرسش و تمرین

۱ــ چه تفاوتی میان مشاهده و استنباط وجود دارد؟ عدم توجه به تفاوت میان این دو چه تأثیری بر گزارش دادن وقایع زندگی یا



نمونه‌ای از آلودگی هوا

مشاهدات آزمایشگاهی و نتیجه‌گیریهای بعدی دارد؟

۲ــ یک فعالیت تحقیقی: داستان یک کشف علمی مهم را بخوانید آن گاه کوشش کنید که فعالیتهای دانشمندی را که به آن کشف رسیده است به مراحل گوناگون روش‌علمی (مانندمشاهده، جستجوی نظام، استنباط و پیشنهادفرضیه، . . .) تقسیم‌بندی کنید.

۳ــ صورتی از فعالیتها یا صنایع محلی شهر خود را که به نحوی از انحا به شیمی مربوط است تنظیم کنید.

۴ــ چه نوع منابع آلودگی با مواد شیمیایی در محیط زیست شما وجود دارد؟ صورتی از آنها تنظیم کرده و پیشنهادی جهت برطرف کردن هر یک ارائه دهید. درصورت لزوم پاسخ دادن کامل آن را به پایان سال تحصیلی و پس از آشنایی بیشتر با علم شیمی موکول کنید.

۵ــ بحث تحقیقی: از تلاش کیمیاگران قدیمی دربارهٔ تبدیل فلزهای ارزان‌قیمت به‌طلا، داستانها شنیده‌اید. چه تفاوت مهمی میان روش کار آنان و کار شیمیدانان امروزی وجود دارد؟

۶ــ تحصیل در رشتهٔ شیمی چه نوع مشاغل و حرفی را ممکن است به دنبال داشته باشد؟

۷ــ بسیاری از مردم و صاحبان مشاغل به تدریج به اثر زیان‌آور آلودگی محیط زیست بر زندگی خود واقف می‌شوند. مطلب زیر مثالی از یک مسئله آلودگی است که روی درآمد اشخاص اثر می‌گذارد. یک مزرعهٔ گاوداری در حدود ۲۵ کیلومتری یک کارخانهٔ شیمیایی بزرگ قرار گرفته است. آب این مزرعه از تعدادی چاه تأمین می‌شود. پس از چند سال در نتیجهٔ مراقبت بهداشتی و تغذیهٔ خوب، گاوهای فربه و سالمی در این مزرعه پرورش یافتند که محصول شیر آنها بسیار زیاد بود. پس از مدتی مشاهده شد که فعالیت گاوها کمتر شده و محصول شیر آنها کاهش یافته است. با وجود این که دانستنیهای فعلی شما دربارهٔ روش علمی حل مسائل کم است، درصدد تهیهٔ صورتی باشید که درآن کلیهٔ عوامل احتمالی را که باعث پیدایش این‌مشکل شده‌است، درج کنید.

۸ــ یافته‌های زیر از اندازه‌گیری تغییرات حجم مقداری گاز در دماهای مختلف به دست آمده‌است حجم گاز با سانتی‌متر مکعب و دما با درجه سانتی‌گراد قید شده است.

حجم‌گاز (سانتیمترمکعب)	دما (°C)	دما (°K)
۳۰۰	۰	
۳۵۰	۴۵	
۴۰۰	۹۱	
۴۵۰	۱۳۶	
۵۰۰	۱۸۲	
۵۵۰	۲۲۷	
۶۰۰	۲۷۳	

الف ــ در هر مورد، دما را به درجه کلوین تبدیل کنید (از رابطهٔ $°K = °C + ۲۷۳$ استفاده کنید) و در ستون سوم قرار دهید.

ب ــ عبارتی بنویسید که ارتباط میان حجم گاز و دمای آن را نشان دهد (منظور بیان ریاضی نیست).

پ ــ نمودار رابطهٔ حجم گاز و دمای آن را برحسب درجه کلوین رسم کنید.

ت ــ با استفاده از نمودار، حجم گاز را در ۶۰۰ درجهٔ کلوین پیش‌گویی کنید.

فصل ۳

ماده و خاصه‌های آن



۱ـ ماده چیست؟

به‌محیط اطراف خود نگاه‌کنید. خودوهرچه‌در اطراف خود می‌بینید، چه طبیعت جاندار، چه طبیعت بی جان و تمام آنچه با دست بشر ساخته شده است، اجسامی هستندکه ازمواد تشکیل یافته‌اند. میخ و نعل دوجسمی هستند که هر دو از مادهٔ آهن ساخته شده‌اند. ورقهٔ آلومینیم و ظروف آلومینیمی اجسام گوناگونی هستند که از یک ماده یعنی از آلومینیم ساخته شده‌اند.

آهن، آلومینیم، مس، آب، قند، اکسیژن، دی اکسید کربن، نشاسته، پروتئین ماده‌اند.

امروزه بیش از دو میلیون ماده شناخته شده است و فهرست آنها هر روز کاملتر می‌شود. بعضی مواد در طبیعت وجود دارند، برخی نیز مانند کاپرون و نایلون مصنوعاً" ساخته می‌شوند.

۲ـ خاصه‌های ماده وخاصه‌های جسم

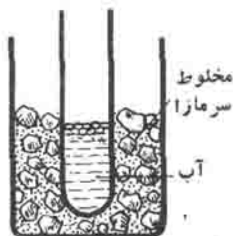
هرگاه دو جسم متفاوت مانند یک کره و یک مکعب فلزی که به ظاهر رنگ وجلای یکسانی دارند، دراختیارشما قراربگیرد به‌آسانی می‌توانید تشخیص دهید که این دو"جسم" دربرخی خاصه ها ازقبیل شکل، حجم و وزن تفاوت دارند. ولی آیا می‌توانید راجع به تفاوت یا همانندی "مادهٔ" سازندهٔ آنها نیز به همین آسانی نظر دهید؟ برای تشخیص جنس وماهیت مواد باید از خاصه‌های دیگری که به وزن و شکل ظاهری بستگی ندارند استفاده کرد.

از تجربیات و اطلاعات دورهٔ راهنمایی تحصیلی دریافتید که برخی خاصه ها مانند وزن حجمی، میزان‌انبساط حرارتی، نقطهٔ ذوب ونقطهٔ جوش یک مادهٔ خالص همواره ثابت و مشخص است. مثلاً" جدول وزن حجمی مواد مختلف، که درکتاب علوم سال دوم راهنمایی آمده است، نشان می‌دهد که وزن حجمی کلیهٔ اجسام توپری که از مس خالص ساخته شده‌است برابر ۸/۸گرم بر سانتیمترمکعب و آنهایی که از طلای خالص تهیه شده‌اند برابر ۱۹/۳گرم برسانتیمتر مکعب می‌باشد. هرگاه نتایج به خوبی نشان دهد که خاصه‌های اساسی کره و مکعب فلزی مورد بحث یکسان ومثلاً" وزن حجمی و نقطهٔ ذوب آنها برابر است، می‌توان نسبت به یکی بودن ماهیت مادهٔ سازندهٔ آنها اطمینان پیدا کرد.

۳ـ تغییر حالت ماده

هرماده بر حسب شرایط می‌تواند در یکی از



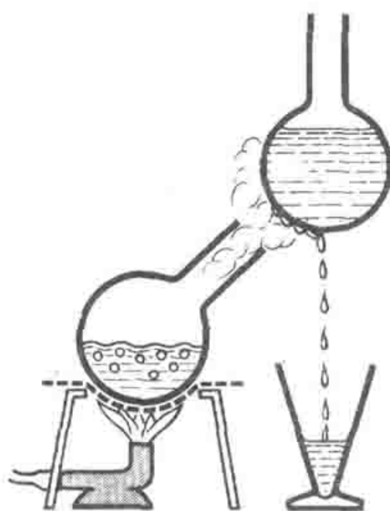


سه حالت جامد، مایع وگازی شکل قرارگیرد. بهترین مثال در این مورد یخ (حالت جامد)، آب (حالت مایع) و بخار آب (حالت گازی) است.

چند تکه یخ را در ظرفی قرار می‌دهیم، پس از مدتی مشاهده می‌کنیم که یخ (حالت جامد آب) به آب (حالت مایع) تبدیل می‌شود. معلوم می‌شود که آب می‌تواند از حالت جامد به حالت مایع در آید. این عمل را ذوب می‌نامند. آب حاصل را در یک لولهٔ آزمایش می‌ریزیم وآن رادرون یک مخلوط سرمازا (یخ و نمک) قرار می‌دهیم. آب درون لولهٔ آزمایش به یخ تبدیل می‌شود. یعنی آب از حالت مایع به حالت جامد در می‌آید. این عمل راانجماد می‌نامند.

مقداری آب را در بالونی حرارت می‌دهیم تا به‌جوش آید. آب (حالت مایع) به بخارآب تبدیل می‌شود. بخارآب حالت‌گازی آب است واگرآزمایش را ادامه دهیم تمام آب به بخار تبدیل می‌شود. پس آب می‌تواند از حالت مایع به حالت گازی در آید. این عمل را تبخیر می‌نامند.

حال اگر بالون دیگری را که در آن آب سرد



ریخته شده‌است بالای بخارمتصاعد شده‌قراردهیم، این بخار مایع می‌شود وقطرات‌آب جاری می‌گردد. پس آب می‌تواند از حالت گازی به حالت مایع در آید. این عمل را میعان می‌نامند.

تمرین

۱ ــ مثالهایی ازحالتهای جامد، مایع، و گازی مواد بیاورید.

۲ ــ خواص مشترک مواد جامد را نام ببرید.

۳ ــ چند مایع را نام ببرید و خواص مشترک آنها را بگویید.

۴ ــ خواص مشترک گازها کدام است؟

۵ ــ آیا می‌توان گفت که همیشه جیوه مایع است، فولاد مادهٔ جامد است و اکسیژن گاز است؟

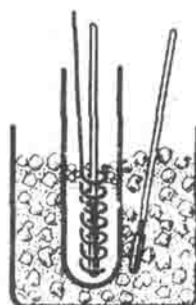
۴ـ مواد خالص و مخلوط

الف ــ انجماد آب، ذوب یخ

آزمایش ــ در یک لولهٔ آزمایش آب مقطر بریزید، یک دماسنج در آن وارد کنید و سپس آن‌را در مخلوط سرمازا (یخ ونمک) قرار دهید. آب درون لولهٔ آزمایش را با یک میله به هم بزنید تا دما در همه‌جای آن یکنواخت باشد. چه مشاهده می‌کنید؟ وقتی که اولین بلور یخ پدیدار شد، دماسنج چه درجه‌ای رانشان می‌دهد؟ لولهٔ آزمایش را به حال خود بگذارید تاتمام آب درآن یخ ببندد. آیا در جریان یخ بستن آب، دما تغییر می‌کند؟

لولهٔ آزمایش را از مخلوط سرمازا خارج‌کنید. یخ درون لولهٔ آزمایش چه می‌شود؟ دماسنج در طول مدت ذوب شدن یخ چه درجه‌ای را نشان می‌دهد؟

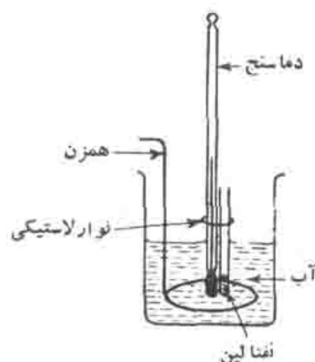
این آزمایش را با مقادیر متفاوت آب تکرار کنید، شکل ظرف را تغییر دهید یا مخلوط سرمازا را



عوض کنید. آیا در نتیجهٔ آزمایش تغییری حاصل می‌شود؟

معمولا دمای انجماد یا ذوب مواد در تمام مدت ذوب یا انجماد ثابت باقی می‌ماند.

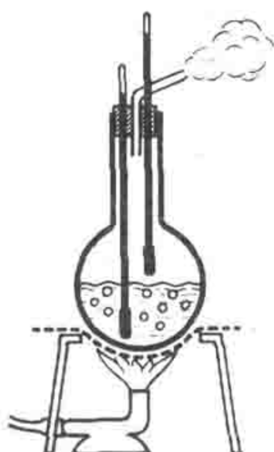
معمولا" برای اندازه‌گیری نقطهٔ ذوب بسیاری از مواد از لوله‌ای موبینه که یک طرف آن را با قرار دادن روی شعله بسته‌اند، استفاده می‌کنند. مثلا" اگر بخواهند نقطهٔ ذوب نفتالین را پیدا کنند، مقدار کمی از گرد نفتالین را در آن می‌ریزند و ضربه‌های کوچکی به لوله می‌زنند تا گرد نفتالین به قسمت پایین لوله برود. سپس این لوله را به‌وسیله یک نوار لاستیکی به مخزن دماسنج می‌بندند و مجموعهٔ دماسنج و لوله را در یک ظرف آب قرار می‌دهند. آب را گرم می‌کنند و به وسیلهٔ یک همزن آب را به هم می‌زنند. وقتی که مادهٔ جامد شروع به ذوب شدن می‌کند دما را یادداشت می‌کنند.



برای موادی که دربالاتر ازصد درجه ذوب می‌شوند ازپارافین یاگلیسرین به جای آب استفاده می‌کنند.

ب ــ جوشیدن آب مقطر

آزمایش ــ مقداری آب مقطر را در بالونی بریزید وآن رابا یک چوب پنبهٔ سه‌سوراخه ببندید دو دماسنج در آن قرار دهید به طوری که یکی از آنها داخل آب و دیگری بیرون از آن قرار گیرد. یک لولهٔ شیشه‌ای از سوراخ دیگر وارد بالون کنید تا بخارتولید شده را خارج کند. بالون را گرم کنید تا آب آن به جوش آید. دراین موقع دماسنجها چه



درجه‌ای را نشان می‌دهند؟ آیا در تمام مدت جوشیدن آب، دما ثابت می‌ماند؟

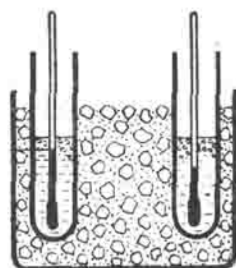
اگر این آزمایش را در روزهای دیگر انجام دهید ممکن است که دماسنج درجهٔ قبلی را نشان ندهد. زیرا دمای جوشیدن آب به فشار بستگی دارد وفشارهوادر روزهای مختلف متفاوت است. همچنین دمای جوشیدن آب در سطح دریا و در بالای کوه یکسان نیست. زیرا در بالای کوه فشار هوا کمتراست وآب زودتر می‌جوشد.

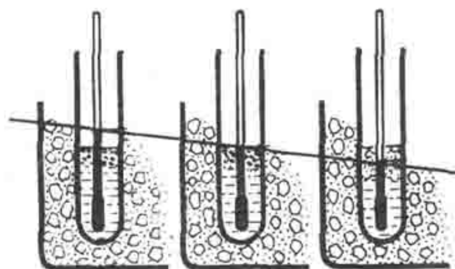
در فشار معین، آب مقطر در دمای معین شروع به جوشیدن می‌کند. اگر فشار ۷۶ سانتیمتر جیوه باشد، نقطهٔ جوشیدن آب $100°C$ است. در تمام مدت جوشیدن مایع، دما ثابت باقی می‌ماند.

ج ـ انجماد آب شور

در آزمایشهای قبل دیدید که آب مقطر در دمای ثابتی منجمد می‌شود و در طول مدت انجماد دما ثابت باقی می‌ماند. ولی اگر آب ناخالص باشد چه روی می‌دهد؟ برای پاسخ به این پرسش آزمایش زیر را انجام دهید و ببینید چه روی می‌دهد.

در یک لولهٔ آزمایش آبی که کمی شور است و در لولهٔ آزمایش دیگر آبی که کاملاً شور است بریزید. هردو لولهٔ آزمایش را دریک مخلوط سرمازا قرار دهید. دمای انجماد آب را در دو لوله یادداشت کنید. دمای انجماد آب در کدام لوله پایین‌تر است؟ آیا دما در طول مدت انجماد ثابت باقی می‌ماند؟





دمای انجماد آب نمک ثابت نیست و شروع انجماد بستگی به مقدار نمک در آب دارد.

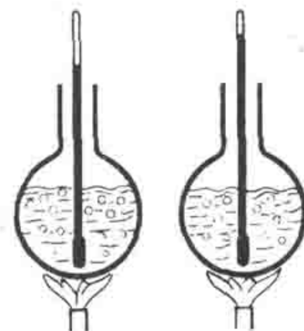
از خاصیت پایین آمدن نقطهٔ انجماد، در تهیهٔ مخلوطهای سرمازا و ضدیخ استفاده می‌کنند. مثلاً با مخلوط‌کردن یخ و نمک طعام می‌توان دما را تا $-21/3°C$ پایین آورد. با استفاده از مخلوط کلریدکلسیم ویخ می‌توان به دمای $-40°C$ رسید. برای جلوگیری از یخ زدن آب رادیاتور اتومبیل در زمستان به آن مایعی بنام ضدیخ اضافه‌می‌کنند.
پرسش: در مناطق سردسیر کشور مانند همدان نسبت ضدیخ به آب را باید بیشتر گرفت یا کمتر؟

د ـ جوشیدن آب شور

همان‌طور که دیدید، آب خالص درفشار معین در دمایی معین شروع به جوشیدن می‌کند و درتمام مدت جوش، دما ثابت باقی می‌ماند. ولی اگر آب خالص نباشد، چه روی می‌دهد؟ با انجام آزمایش زیرمی‌توانید به‌آن پاسخ دهید. در یک بالون آب کمی‌شورو دربالون دیگرآب خیلی شور بریزید و به آنها حرارت دهید تا آب بجوشد. دمای جوش آب در کدام بالون بالاتر است؟ آیا دما در طول مدت جوش، ثابت باقی می‌ماند؟ دمای جوشیدن آب نمک ثابت نیست و بستگی به مقدارنمک در آب دارد.

بخاری را که از جوشیدن آب شور متصاعد می‌شود، سرد کنید تا به مایع تبدیل شود. آب حاصل را مقطر می‌نامیم. آیا آب مقطر شور است؟ این آب را می‌توان آب خالص دانست؟ چرا؟

آزمایشهایی که در بارهٔ انجماد و جوشیدن آب خالص و انجماد و جوشیدن آب نمک انجام دادید به شما کمک می‌کند که فرق بین مادهٔ خالص ومخلوط را نتیجه بگیرید. " از انجماد یاجوشاندن

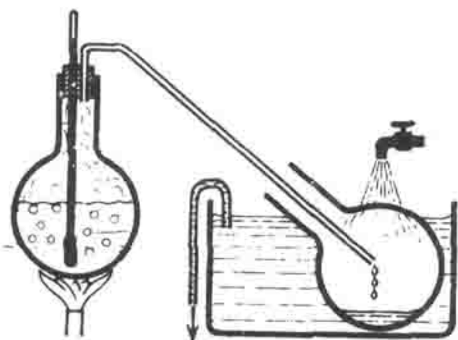


جوشیدن آب نمک غلیظ   جوشیدن آب نمک رقیق

مادهٔ خالص نمی‌توان مادهٔ خالص دیگر به دست آورد".

به علاوه مادهٔ خالص در شرایط معین دارای نقطهٔ انجماد ونقطهٔ جوش ثابت است و در مدت انجماد یا جوشیدن ،دمای آن ثابت می‌ماند. اما از انجماد یاجوشاندن مخلوط، موادی باخواص متفاوت به دست می‌آید. به علاوه نقطهٔ انجماد یا نقطهٔ جوش ثابت نیست ودرتمام‌مدت انجمادیاجوشیدن دمای آن تغییر می‌کند.

تفاوت مادهٔ خالص و مخلوط را از نقطه نظر تئوری مولکولی می‌توان چنین بیان کرد: مادهٔ خالص از مولکولهای یکسان تشکیل شده است، اما مولکولها در مخلوط یکسان نیستند و از انواع مولکولها تشکیل یافته‌اند. بنابر این خواص اجزای تشکیل دهندهٔ مخلوط حفظ می‌شود. مثلا" هوا



مخلوطی است از گازهای متفاوت که درآن بیش از همه نیتروژن واکسیژن یافت می‌شود. بنابراین‌کلیهٔ خواص اکسیژن ونیتروژن در هوا محفوظ می‌ماند.

تمرین

۱ ــ سه مادهٔ خالص را نام ببرید که هر یک ازآنها نشان دهندهٔ یکی از سه حالت‌ماده باشد.

۲ ــ دربارهٔ کلمات زیربه طور مختصرتوضیح دهید:

انجماد، جوشیدن، میعان، ذوب.

۳ ــ دمای جوشیدن‌آب خالص درتهران‌کمتر از $100^\circ C$ است. علت راتوضیح دهید. چه نقاطی را در ایران حدس می‌زنید که دمای جوشیدن آب درآنجا مساوی $100^\circ C$ باشد؟

۴ ــ گرد کات کبود را با گل گوگرد به‌هم می‌زنیم تا یکنواخت گردد. در این صورت گرد سبز رنگی به دست می‌آید. چگونه ثابت می‌کنید که‌گرد حاصل یک مخلوط‌است؟

۵ ــ آب باران را از هرجا بگیریم خواص یکسان دارد. اما آبی که از رودخانه‌های مختلف گرفته شده است، خواص کاملا" یکسان ندارد. چرا؟

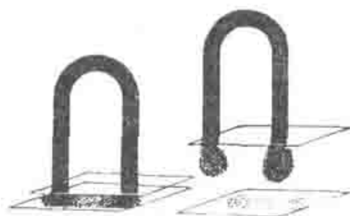
۶ ــ چگونه می‌توان وجود مادهٔ جامد حل شده را درآب معمولی ثابت کرد؟

۷ ــ مادهٔ خالص و مخلوط را از نقطه نظر تئوری مولکولی توضیح دهید.

۶ــ جداکردن مواد خالص ازمخلوط

مواد خالص به‌ندرت درطبیعت پیدامی‌شوند. بنا بر این یکی از کارهای اساسی علم شیمی تهیهٔ مواد خالص از مخلوطهاست.

می‌دانیم که خواص مواد جداگانه در مخلوط حفظ می‌شود. با استفاده از این خاصیت می‌توان



هرماده‌ای را از مخلوط آن با سایر مواد جدا کرد.

آزمایش ۱ ــ چگونه مخلوط آهن وگوگرد را از یکدیگر جدا کنیم؟ مخلوط براده‌ٔ آهن و گوگرد را روی صفحهٔ کاغذ تمیز بریزید، صفحهٔ کاغذ تمیز دیگری را روی آن قرار دهید. سپس یک آهن ربای نعلی‌شکل به‌آن نزدیک کنید. چه مشاهده می‌کنید؟ چه نتیجه می‌گیرید؟

آزمایش ۲ ــ تفکیک مخلوط ماسه و نمک:

شرح این آزمایش به تفصیل بیان می‌شود تا دانش آموزان مراحل تدریجی آن را به دقت طی کنند و مهارتهایی کسب نمایند.

" مرحلهٔ اول: تفکیک ماسه از مخلوط"

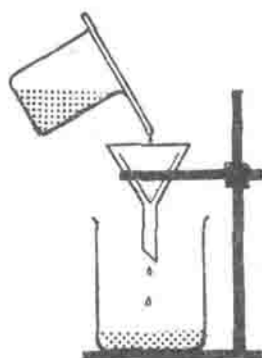
ابزار و مواد مورد نیاز: لولهٔ آزمایش، قیف شیشه‌ای، حلقه یا گیرهٔ مناسب برای قیف، کاغذ صافی ۲ عدد، بشر کوچک ۵۰ سانتیمتر مکعب، همزن شیشه‌ای، آبفشان محتوی آب مقطر، نمک و ماسهٔ نرم.

در حدود ۵ گرم مخلوط نمک و ماسه تهیه کرده و آن را در بشر بریزید. تا $\frac{۱}{۳}$ گنجایش ظرف را آب مقطر بریزید و با میلهٔ شیشه‌ای برای چند دقیقه هم بزنید (برای هم زدن گاهی می‌توان مخلوط را در لولهٔ آزمایش بزرگی ریخت و دهانهٔ آن را با در لاستیکی بست و به شدت تکان داد.) کاغذ صافی را تا کرده، با چند قطره آب مقطر مرطوب کنید و طوری درون قیف قرار دهید که کاملا" به دیوارهٔ آن بچسبد. مایع موجود در بشر را مجددا" هم زده و مخلوط معلق حاصل را به کمک میلهٔ همزن مطابق شکل روی کاغذ صافی بریزید.

هرگز مخلوط صاف کردنی را یکمرتبه در قیف نریزید. این کار را به تدریج انجام دهید و در هر نوبت سعی کنید که سطح مایع، حداقل یک سانتیمتر پایین تر از لبه کاغذ صافی باشد. چرا؟ در پایان بشر را با اندکی آب مقطر شسته و آب شست وشو را در قیف بریزید. ماسهٔ روی کاغذ صافی را نیز با اندکی آب بشویید. چرا؟ مایع صاف شده رادور نریزید. آن را برای آزمایش بعدی نگاه دارید.

"مرحلهٔ دوم: به دست آوردن بلورهای نمک از محلول آب نمک (عمل تبلور)"

ابزار و مواد مورد نیاز: ظرف تبخیر (کپسول چینی یا شیشه‌ای)، حلقه و گیره با سه پایه، توری، توری نسوز، بشر (دهانهٔ آن به اندازه‌ای باشد که ظرف تبخیر روی آن قرار گیرد)، لام میکروسکوپ، میلهٔ همزن، ذره بین دستی، آب نمک حاصل از آزمایش قبلی. آب نمک را در ظرف تبخیر بریزید وآن راروی توری قرار دهید و به کمک چراغ گازگرم کنید. پس ازتبخیرنصف آب محلول، ظرف را مطابق



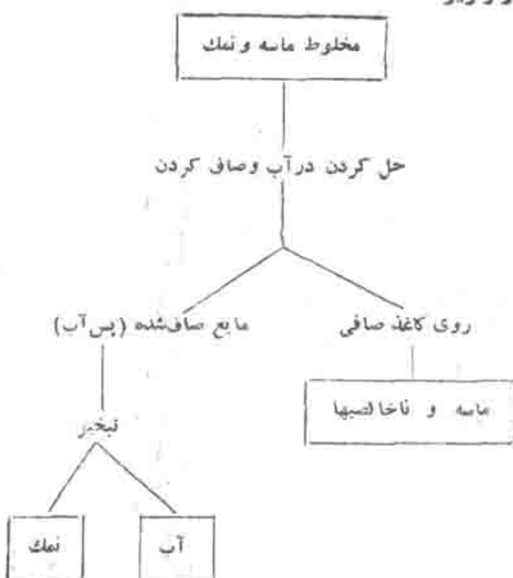
دستگاه صاف کردن

شکل روبرو، روی حمام آبی گرما دهید (حمام آبی، ظرفی است محتوی آب جوشان که ظرف دیگری را به ملایمت گرم می‌کند). گاه به گاه به کمک همزن یک قطره از محلول را برداشته روی لام میکروسکوپ قرار دهید تا سرد شود. هرگاه بلورهای نمک روی لام دیده شد، حرارت را قطع کنید. ظرف تبخیر را از روی حمام آبی بردارید و بر یک توری پنبهٔ نسوز بگذارید تا سرد شود. چه چیزی در ظرف پدید می‌آید؟

هرگاه مقداری مایع باقی بماند، مخلوط را با کاغذ صافی صاف کنید تا مقدار دیگری مادهٔ جامد روی کاغذ به دست آید. گاهی لازم است که ظرف را بیشتر حرارت دهید تا مایع آن کاملاً تبخیر شود و از مادهٔ جامد جدا گردد.

جدا کردن بلورهای مادهٔ جامد از محلول را "تبلور" می‌نامند. بلورهای به‌دست آمده را به کمک ذره بین با نمونه‌ای از بلورهای اولیهٔ نمک مقایسه کنید. آیا بلورهای شما کاملاً سفید هستند؟

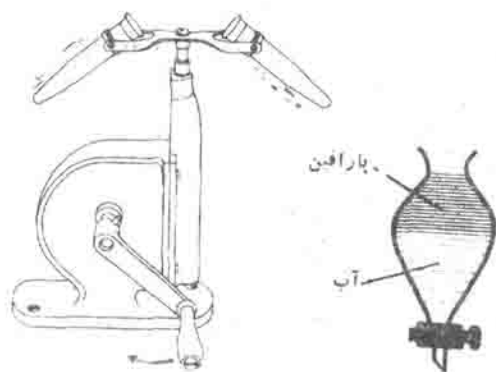
خلاصه مراحل تفکیک مخلوط ماسه و نمک به قرار زیر است:





حمام آبی برای تبخیر ملایم آب نمک

آزمایش ۳ ــ چگونه دو مایع مخلوط نشدنی را از یکدیگر جدا کنیم؟ مقداری پارافین مایع و آب را در ظرفی بریزید و به هم بزنید. دو مایع درهم حل نمی‌شوند. مخلوط آنها را در قیف جدا کننده



دستگاه سانتریفوژ دستی   قیف جدا کننده

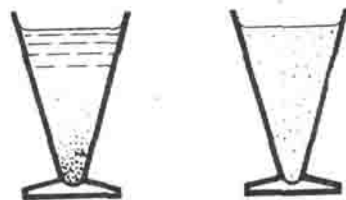
بریزید. دو مایع چگونه قرار می‌گیرند؟ شیر را با احتیاط باز کنید. وقتی که مایع زیری خارج شد، شیر را ببندید.

در پاره‌ای ازموارد مایعات به کندی از یکدیگر جدا می‌شوند. نیروی گریز ازمرکز می‌تواند جداشدن آنها را تسریع نماید. مثلاً" می‌توانیم چربی شیر را با استفاده از دستگاه سانتریفوژ جدا کنیم.

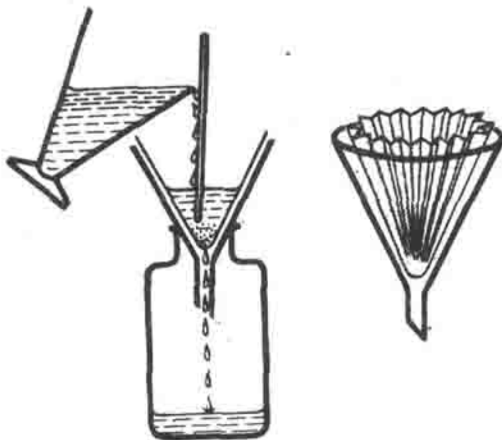
آزمایش ۴ ــ چگونه مایع را از مخلوطآن با جامد جدا کنیم؟ قدری ازآب رودخانه رادرگیلاسی بریزید و به دقت به آن نگاه کنید. آیا ذرات جامد را درآن می‌بینید؟ آب رودخانه معمولا" دارای ذرات جامد معلقی است که موجب تیره شدن آن می‌گردد.

گیلاس را مدتی به حال خود بگذارید. ذرات جامد چه می‌شوند؟

گیلاس را با احتیاط کج کنید و قسمت بالایی مایع را که زلال است به آهستگی در ظرف دیگری بریزید. به این ترتیب قسمت مهم ناخالصیها در گیلاس اول باقی می‌ماند.





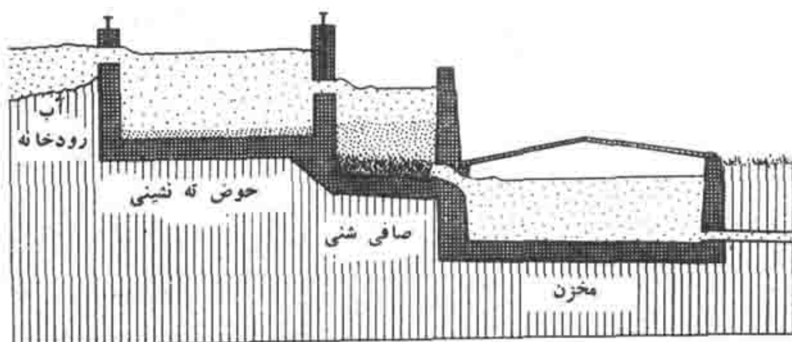


در روش بالا ازآب رودخانه محلول نسبتا" زلالی به دست می‌آید. ولی به‌کمک ذره‌بین می‌توان ذرات معلق را درآب مشاهده کرد. این ذرات خیلی به کندی ته نشین می‌شوند. برای تسریع در صاف کردن محلول می‌توان از صافی استفاده کرد. در آزمایشگاه از کاغذ صافی استفاده می‌کنیم. کاغذ صافی را در داخل یک قیف قرار می‌دهیم. آب رودخانه را به کمک یک میلهٔ شیشه‌ای به آهستگی روی صافی می‌ریزیم (به این ترتیب کاغذ پاره نمی‌شود) آب زلال ازصافی می‌گذرد و ذرات جامد روی صافی باقی می‌ماند.

در صنعت صافیهای تحت فشار (فیلتر پرس Filter Press) به‌کارمی‌برند. این صافیهادارای صفحات سوراخداری هستند که از پارچه‌های محکم پوشیده می‌شوند. مایعی را که می‌خواهند صاف کنند با فشار از صافی می‌گذرانند. مایع عبور می‌کند و جامد بین صفحات باقی می‌ماند.

برای تهیهٔ آب آشامیدنی، آب رودخانه را از لایه‌های شن عبور می‌دهند.

در مواردی که ممکن است مایع روی صافی اثر شیمیایی داشته باشد وآن را فاسد کند، پشم شیشه



یا پنبهٔ نسوز را به عنوان فیلتر (صافی) به کار می‌برند.

آزمایش ۵ ــ تفکیک مواد به‌روش کروماتوگرافی

ابزار و مواد مورد نیاز: کاغذ صافی، قیف، جوهر سیاه، خودکار آبی وقرمز، استوانهٔ مدرج به حجم ۵۰ سانتیمترمکعب، قیچی یاتیغ ریش تراشی.

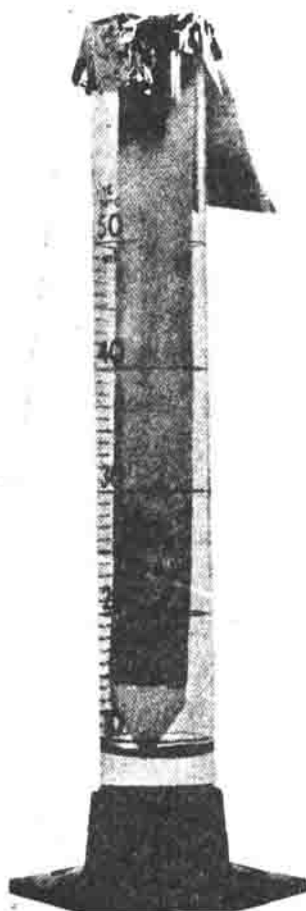
اندکی جوهرسیاه رابا کاغذ صافی صاف کنید، آیا جوهر مخلوطی از چند ماده است؟ شاید از این آزمایش ساده‌نتیجه‌بگیرید که‌چندین ماده بارنگهای گوناگون در جوهر وجود دارد. به نظر می‌رسد که این مواد با سرعتهای متفاوت دربافت کاغذ نفوذ کرده از یکدیگر جدا می‌شوند.

درآزمایش زیر به کمک نواری‌از کاغذ صافی مواد تشکیل دهندهٔ جوهر را به طور آشکارتری‌جدا خواهید کرد.

الف ــ کروماتوگرافی باکاغذ

نوار باریک وبلندی از کاغذ صافی را مطابق شکل تهیه کرده، خط ضخیمی با جوهرسیاه روی یک سر آن بکشید، سعی کنید فاصلهٔ خط ازنوک نواردر حدود ۲ سانتیمتر باشد.

اندکی آب در استوانه ریخته ونوار را طوری نگاه دارید که نوک آن کمی از سطح آب پایین تر باشد و خط جوهر در حدود یک سانتیمتر بالاتر از آن قرار بگیرد. سربالایی نوار را می‌توان به وسیلهٔ ورق آلومینیمی پاکت سیگار یا هر وسیلهٔ مناسب دیگر به دهانهٔ استوانه بست. توجه داشته باشید



کروماتوگرافی با کاغذ

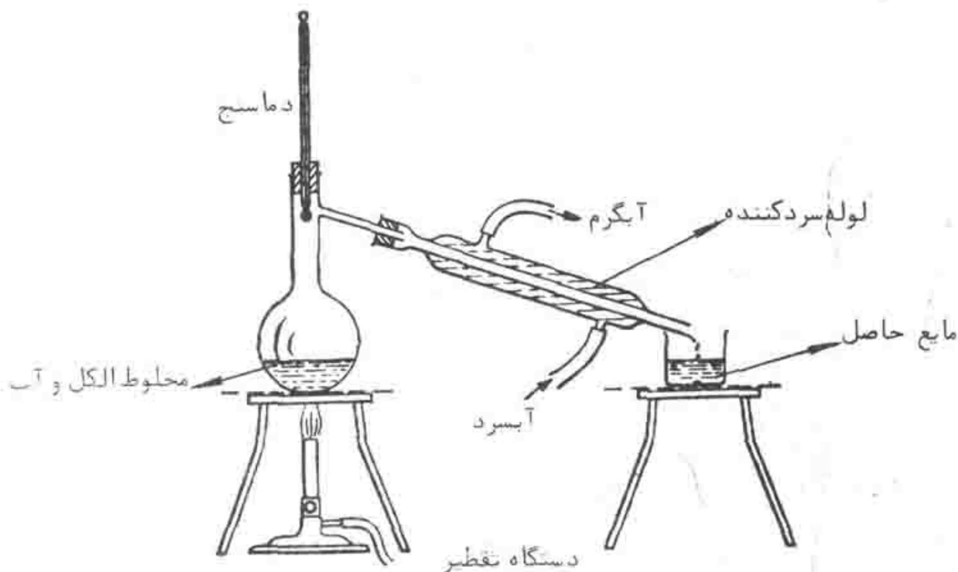
که دیوارهٔ درونی استوانه خشک باشد تا مایع فقط از یک جهت (ازپایین) در کاغذ نفوذ کند. هرگاه مواد رنگین تا ۲ سانتیمتری دهانهٔ استوانه بالا روند، کاغذ را بردارید و آن را به وسیلهٔ گیره‌ای آویزان کنید، تا خشک شود. چند مادهٔ رنگین به دست آورده‌اید؟ آیا می‌توان مواد رنگین به دست آمده را مخلوط کرد و جوهر سیاه اولیه را به دست آورد؟ با قیچی رنگهای به دست آمده را بریده و هر یک را در لولهٔ آزمایش بیندازید (در حدود ۳ تا ۴ لوله) و روی آنها $\frac{۱}{۲}$ تا ۱ سانتیمتر مکعب آب بریزید و تکان دهید. آیا موادرنگین حل می‌شوند؟ محلول لوله‌ها را دریک لوله بریزید چه رنگی پدید می‌آید؟ دراین آزمایش مواد تشکیل دهندهٔ جوهر را که سابقاً تفکیک کرده بودید، با یکدیگرمخلوط کردید. چه دلیلی برای رنگ به دست آمده دارید؟

ب ـ کروماتوگرافی با گچ

اندکی جوهرقرمز وسیاه رابا هم مخلوط کرده و سریک قالب گچ سفید رادرآن فرو ببرید و دریک نعلبکی یا شیشهٔ ساعت محتوی اندکی آب راست نگاه دارید. چه می‌بینید؟ آیا ستون گچی برای تفکیک مواد مخلوط مناسب است؟ازآزمایشهای فوق می‌توان نتیجه گرفت که پایه و اساس کروماتوگرافی بر این اصل استوار شده است که یک مادهٔ متحرک (مانند آب) از روی مادهٔ ثابتی عبور کرده و مواد چسبیده به آن‌را باسرعتهای‌متفاوت باخودمی‌برد.
چون‌این‌آزمایش‌درابتدابرای‌تفکیک‌موادرنگین‌به‌کار می‌رفت آن را کروماتوگرافی (از کلمات یونانی Chroma به معنی "رنگ" و Grapho به معنی "می‌نویسم") نام نهادند.

امروزه روشهای نوینی از کروماتوگرافی به کار می‌رود که درآنها مادهٔ متحرک مایعهایی چون‌الکل و استن یا برخی گازها می‌باشد.

چگونه می‌توان مخلوط دو مایع را از یکدیگر جدا کرد؟ برای این منظورمعمولاً ازروش تقطیر استفاده می‌شود. مثلاً مخلوط آب و الکل را در بالونی می‌ریزند و به آن گرما می‌دهند. الکل و آب به صورت بخار خارج می‌شوند و ضمن عبور از لولهٔ

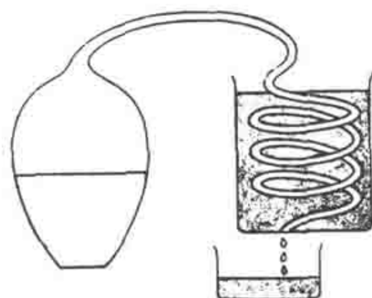


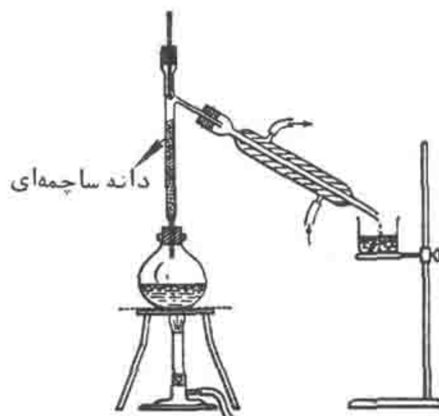
دستگاه تقطیر

سردکننده به مایع تبدیل می‌گردند. مایع حاصل نسبت به مخلوط اولیه دارای الکل بیشتری است. محلول حاصل را دوباره تقطیر می‌کنند و همین عمل را چند بار تکرار می‌کنند تا به الکل نسبتاً خالص می‌رسند یعنی الکلی با درجه بالاتر (منظور از درجهٔ الکلی حجم الکل خالص درصد حجم مخلوط آب و الکل است). میگویند محمدبن‌زکریای رازی دانشمند ایرانی اولین‌کسی است که توانست الکل را از تقطیر شراب بدست آورد.

شکل زیر شمارهٔ ۱ یک دستگاه سادهٔ تقطیر را نشان می‌دهد. برای این که مواد بهتر ازهم جدا شوند می‌توان ازدستگاههای تقطیرکاملتری استفاده کرد (شکل زیر شمارهٔ ۲). این دستگاه با لولهٔ متراکم کننده مجهز شده است. در این لوله ساچمه‌های بلوری می‌ریزند. قسمتی از بخار ضمن عبور ازاین لوله و برخورد با ساچمه به مایع تبدیل می‌شود و به بالون تقطیر بر می‌گردد و فقط مواد فرارتر به صورت گاز خارج می‌شوند. بخارهای باقی مانده وارد سرد کننده می‌شوند و به مایع تبدیل می‌گردند.

تقطیر جزء به جزء نفت خام ــ همان طوری که می‌دانید نفت خام مانند بسیاری از مواد خام طبیعی مخلوطی از مواد گوناگون است. مولکولهای نفت خام اغلب از کربن وئیدروژن ساخته‌شده‌اند. مولکولهایی که تعداد اتمهای کربن وئیدروژن آنها کمتر است، مواد نفتی زود جوش پدید می‌آورند. اصولا" هرچه تعداد اتمهای کربن و ئیدروژن در مولکولهای مواد نفتی کمتر باشد، زودتر می‌جوشندو

۱


۲



دستگاه تقطیر نفت

هرچه تعداد اتمهای کربن و ئیدروژن در مولکولها افزایش یابد مادهٔ دیرجوشتر به وجود می‌آید. جدا کردن کامل این مواد ازیکدیگر بی‌نهایت مشکل است ولی همان‌طوری که دردرس علوم سال اول راهنمایی تحصیلی دیدید، نفت خام در برج تقطیر پالایشگاه به چند بخش گوناگون تفکیک می‌شود. هر بخش شامل دسته‌ای ازمولکولهاست که تا حدود زیادی به یکدیگر نزدیک هستند.

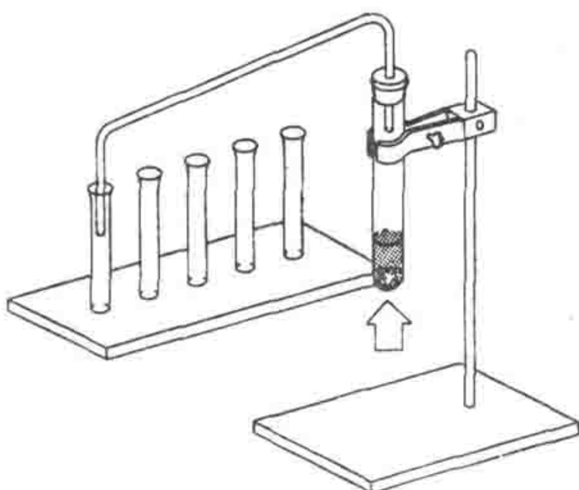
نفت خام را ابتدا در کوره‌ای حرارت داده تبخیر می‌کنند. بخار حاصل ضمن عبور از طبقات بالایی برج به تدریج سرد می‌شود و در نقاطی از برج، که دمای آن پایین‌تر از دمای جوش آن ماده است، به مایع تبدیل می‌شود و از راه لوله‌ای خارج می‌گردد. با این ترتیب مایعهای دیرجوش مانند نفت کوره، و نفت گاز در قسمتهای پایینی برج و مایعهای زودجوش از قبیل نفت سفید و بنزین در بخشهای بالایی آن جدا می‌شوند. تفکیک مخلوط چند مایع را از راه تقطیر در چنین دستگاهی "تقطیر جزء به جزء" می‌نامند.

در صنعت نفت، تفکیک موادی که دمای جوش آنها خیلی به یکدیگرنزدیک است (تفاوت مولکولهای آنها ناچیز است)، ازراه تقطیر جزء بهجزء تقریبا" غیرممکن است. در این موارد از روش کروماتوگرافی استفاده می‌شود.

تمرین آزمایشگاهی

در دستگاه ساده‌ای مطابق شکل مقدار ۲ سانتیمترمکعب نفت خام رابه ملایمت حرارت داده وبخارهای حاصل رابه تدریج درچند لولهٔ آزمایش جمع آوری می‌کنیم.

الف ــ به نظر شما رنگ مایع در لوله‌های متوالی چگونه تغییر می‌کند؟



آزمایش سادهٔ تقطیر جزء به جزء نفت خام

ب ــ کدام یک از مایعها فرارتر و کدام یک دیرجوشتر است؟

ج ــ این اجزا ممکن است بافرآورده‌های نفتی مانند بنزین، نفت سفید، پارافین، نفت گاز و نفت سیاه، که در زندگی روز مره با آنها آشنایی دارید مطابقت کند. آیامی‌توانید نام هریک ازفرآورده‌های نامبرده را برای اجزای به دست آمده پیشنهاد کنید؟

د ــ بوی کدام یک از این مایعها شدیدتر است؟ چرا؟

هـ ــ آیا فکرمی‌کنید که هر جزء به دست‌آمده مادهٔ خالص است؟

و ــ آیا می‌توانید این آزمایش تقطیر جزء به جزء را شخصا" انجام دهید؟

چگونه می‌توان مخلوط چندگاز را از یکدیگر جدا کرد؟ ــ تا کنون در این‌فصل، نحوهٔ تفکیک مخلوط چند مایع، مخلوط جامد و مایع و بالاخره مخلوط جامدو جامد را بررسی کردیم. هر گاه محلولی‌ازیک

گاز در مایع داشته باشیم به آسانی و به وسیلهٔ حرارت دادن می‌توان گاز را از مایع جدا کرد. لیوان آب سردی را که به تدریج دمای اتاق را به خود می‌گیرد مشاهده کنید. حبابهای ریز هوا که درآب حل شده بود روی دیوارهٔ درونی لیوان آزاد می‌شود. با حرارت دادن بیشتر آب، حبابهای دیگری پدید آمده و برخی از آنها تا سطح آب بالا می‌روند.

تفکیک مخلوط چند گاز مانند گازهای موجود در هوا به آسانی میسر نیست و به کاربرد روشهای پیچیده‌تری نیاز دارد. یک راه مناسب، مایع کردن هوا به وسیلهٔ فشارشدید وسرمای زیاد است. هوای مایع نیزمخلوطی ازچند مایع بوده که هر یک دمای جوش معینی دارد. بنا براین مانند آنچه در تقطیر نفت دیدیم ، می‌توان هوای مایع را از راه حرارت دادن و تقطیر جزء به جزء به اجزای اولیهٔ آن تفکیک کردو یک یک گازها را به تدریج و در طبقات مختلف برج تقطیر به دست آورد.

هرگاه هوا را مایع کنیم و مطابق این روش تقطیر نماییم، اغلب به دوجزء مهم می‌رسیم که یکی چوب نیم افروخته را به شدت می‌سوزاند ودیگری آن راخاموش می‌کند. گازی که باعث سوختن شدید چوب نیم افروخته می‌شود اکسیژن و گازی که آن را خاموش می‌کند نیتروژن است. می‌دانید که این دو گاز جمعاً" در حدود ۹۹ درصد حجم هوا را تشکیل می‌دهند. نسبت نیتروژن درهوا ۷۸ درصد واکسیژن ۲۱ درصد است. هرگاه بدانید که اکسیژن مایع در 183° زیر صفر و نیتروژن مایع در 196° زیر صفر می‌جوشد، کدام یک زودتر از هوای مایع جدا شده و تقطیر می‌شود؟ امروزه قسمت اعظم اکسیژن و نیتروژن مورد نیاز صنایع شیمیایی را از راه مایع کردن هوا وتقطیرجزء به‌جزء آن به دست می‌آورند.

تمرین

۱ ــ چگونه می‌توان از مخلوطهای زیر هر یک از مواد را به صورت خالص جدا کرد؛

مخلوط نمک و شن، مخلوط برادهٔ آهن و گوگرد.

۲ ــ چگونه می‌توانید تشخیص دهید که ماده‌ای خالص است یا مخلوط؟

۳ ــ چگونه به روش عملی می‌توان مخلوطهای زیرا را از هم جدا کرد؛

آب و روغن، شکر و ماسه، آب و الکل، برادهٔ آهن و ماسه.

۴ ــ شکل یک دستگاه تهیهٔ آب مقطر را رسم کنید و در بارهٔ آن توضیح دهید.

۵ ــ درعبارتهای زیرجای نقطه‌ها را پرکنید؛

در یک ستون تقطیر دما در .... ستون زیاد است و در .... ستون کم است.

مایعات به طرف .... ستون و گاز ها به طرف .... حرکت می‌کنند.

۶ ــ در چه مواردی برای جدا کردن اجزای مخلوط، از صافی استفاده می‌شود؟

۷ ــ مثالهایی ازجدا کردن اجزای مخلوط به کمک صافی در طبیعت بیاورید.

۸ ــ صافی را از چه موادی می‌سازند؟

۹ ــ آیا به کمک صافی می‌توان قند را از محلول جدا کرد؟ چرا؟

۱۰ ــ چه طرحی برای استخراج نمک خالص و متبلور از سنگ نمک ناخالص پیشنهاد می‌کنید؟ آن را در منزل آزمایش کنید. به جای کاغذ صافی می‌توانید از پارچهٔ نخی چند لا استفاده کنید. چگونه ازهمین طرح برای تهیه بلورهای درشت زاج سفید از نمونهٔ کثیف آن استفاده می‌کنید؟

فصل ۴

مفاهیم اولیه شیمی

۱- مولکولها و اتمها

تمام مواد، خواه مایع خواه جامد یا گازی شکل قابل تقسیم هستند. یک تکه گچ کوچک را می‌توان شکست و آن قدر کوچک کرد تا به صورت گرد درآید. همان طور که می‌دانید گچ هنگام نوشتن خرد می‌شود و به صورت گرد پخش می‌شود. خواص ذرات گچ با خواص تکهٔ گچ اولیه هیچ فرقی ندارد.

یک دانهٔ کوچک پرمنگنات را در ظرفی آب می‌اندازیم، مشاهده می‌شود که دانهٔ پرمنگنات ناپدید می‌شود و رنگ آب بنفش می‌شود. اگر اندکی از این محلول رنگی را در ظرفی دیگر پر از آب بریزیم، آب رنگی می‌شود اما شدت رنگ آن کمتر از رنگ محلول اول است. اگر به این کار ادامه دهیم و محلول را بازهم رقیق کنیم محلولهایی کمرنگتر به دست می‌آوریم. آخرین محلول نیز به طور یکنواخت رنگی خواهد بود. این پدیده نشان می‌دهد که در قطره‌های این محلول نیز ذرات پرمنگنات وجود دارد. این ذرات پرمنگنات جزئی از دانهٔ کوچک اولیهٔ پرمنگنات هستند. به گفتهٔ دیگر در دانهٔ کوچک اولیه، ذراتی وجود دارند که ابعاد آنها بسیار کوچک است.

این واقعیتها و بسیاری مشاهده‌ها و آزمایشها گواهی می‌دهند که تمام مواد از ذرات بسیار کوچک تشکیل یافته‌اند. ذراتی که مواد از آنها تشکیل شده‌اند، مولکول نامیده می‌شوند.

اگر مقداری گرد هاگ را در آب بریزیم و یک قطرهٔ آن را زیر میکروسکوپ نگاه کنیم مشاهده می‌کنیم که هاگها دائماً به طور نامنظم در حال حرکت هستند. ذرات بسیار کوچک هاگ در آب، در حالی که جا به جا می‌شوند، دائماً جهت حرکت خود را تغییر می‌دهند. ذرات بزرگتر در جای خود نوسان می‌کنند. این حرکت ذرات را حرکت براونی می‌نامند. این پدیده را نخستین بار، براون دانشمند انگلیسی به وسیلهٔ میکروسکوپ مشاهده کرد. مشاهده نشان می‌دهد که حرکت براونی هرگز قطع نمی‌شود. علت حرکت براونی حرکت دائمی مولکولهای مایع است. البته هاگها چندین بار بزرگتر از مولکولهای آب هستند، نیز وقتی که حرکت هاگها را زیر میکروسکوپ می‌بینیم، نباید گمان کرد که حرکت خود مولکولها را می‌بینیم. مولکولها را به وسیلهٔ میکروسکوپ عادی نمی‌توان دید اما دربارهٔ وجود و حرکت آنها می‌توان از روی ضرباتی که بر هاگها وارد می‌کنند و آنها را وادار به حرکت می‌کنند قضاوت کرد. در این باره می‌توان چنین مقایسه‌ای به عمل آورد: فرض کنید گروهی از مردم روی آب با توپی بزرگ به بازی مشغولند. آنها به توپ ضربه وارد می‌کنند و توپ گاهی در یک سو و گاهی در سوی دیگر حرکت می‌کند. اگر این بازی را از دور مشاهده کنیم، خود مردم دیده نمی‌شوند اما حرکت نامنظم توپ را خواهیم دید.

مولکولهای مایع را نیز نمی‌توانیم ببینیم اما ضربات آنها را که دائماً بر هاگها وارد می‌شود،

درک می‌کنیم . حرکت براونی نیز نشان می‌دهد که مواد ازذرات جداگانه یعنی مولکول تشکیل یافته‌اند و به علاوه مولکولها دائما" به طور نامنظم درحرکت هستند .

اگر آب را از راههای متفاوت ، از باران ، از آب دریا (به کمک تقطیر) ، از آب میوه (به کمک تقطیر) به دست آوریم ، تمام نمونه‌های آب ازنظر خواص یکسانند و هیچ تفاوتی با یکدیگر ندارند . همهٔ اینها نشان می‌دهد که تمام نمونه‌های آب از مولکولهای یکسان تشکیل یافته‌اند .

همهٔ مولکولهای یک ماده یکسان هستند.

مولکول کوچکترین ذرهٔ یک ماده است که ممکن است بحالت مستقل وجود داشته باشد . خواص هرماده به‌مولکولهای‌آن بستگی دارد .آب خالص‌چه به حالت مایع ،چه به‌حالت‌گازی‌وچه بحالت جامد دارای یک نوع مولکول است ، اما عدهٔ مولکولها در حجمی معین از آنها متفاوت است .

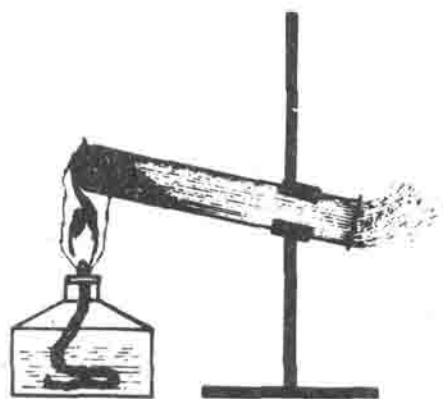
مثلا عدهٔ مولکولهای آب در یک سانتیمتر مکعب آب مایع $100\ ^{\circ}C$ ، ۱۷۰۰ مرتبه بیشتر از عدهٔ مولکولهای موجود در یک سانتیمتر مکعب بخار آب $100\ ^{\circ}C$ است .

۲- پدیده‌های فیزیکی وشیمیایی

آب بر اثر جوشیدن به بخار تبدیل می‌شود . بخار آب دیده نمی‌شود . بخارآب حالت گازی آب است وبراثر سردکردن دوباره به‌آب یعنی به حالت مایع تبدیل می‌شود. آب براثر سردکردن بیشتر، به یخ تبدیل می‌شود . یخ ، آب به حالت جامد است .

اگر پارافین جامد را گرم کنیم مایع می‌شودو اگر مایع حاصل را سرد کنیم مجددا" پارافین جامد اولیه به دست می‌آید. بنا بر این پارافین جامد و مایع دو حالت مختلف یک ماده‌اند . در تمام این پدیده‌ها ، مواد جدید تشکیل نمی‌شوند . پدیده‌هایی که در آنها تبدیل ماده‌ای به ماده‌ای دیگر روی نمی‌دهد ، **پدیده‌های‌فیزیکی نامیده‌می‌شوند .**

تکه‌ای قند را در لولهٔ آزمایش گرم می‌کنیم . قند ابتدا ذوب می‌شود (پدیدهٔ فیزیکی) و سپس به رنگ قهوه‌ای در می‌آید، بویی تند از آن به مشام می‌رسد، مقداری بخار آب به بالای لوله می‌رسد و قطره‌های آب روی دیوارهٔ لولهٔ آزمایش پدیدار می‌شود . بالاخره در داخل لوله ماده‌ای سیاه رنگ بی‌مزه ، غیرقابل ذوب و غیر قابل حل در آب باقی می‌ماند. این مادهٔ جدید زغال است. یعنی ، قند به‌آب وزغال که موادی دیگرهستند، تبدیل می‌شود. دراین تبدیل مادهٔ اولیه ناپدید می‌شود وبه جای آن‌موادی جدید به‌وجود می‌آیند . این‌نوع پدیده‌ها راشیمیایی می‌نامیم. پدیده‌های شیمیایی پدیده‌هایی هستند که درآنها ازبعضی مواد موادی دیگر تشکیل می‌شوند. پدیده‌های شیمیایی را واکنشهای شیمیایی نیز می‌نامند . بسیاری ازاین‌گونه تغییرات درزندگی روزمرهٔ ما اتفاق می‌افتد. مثلا" آهن در هوا زنگ می‌زند . دراین عمل‌آهن به‌زنگ‌آهن تبدیل‌می‌شود. زنگ آهن گرد به رنگ قرمز قهوه‌ای است . زنگ



آهن، دیگر آهن نیست بلکه ماده‌ای کاملاً" دیگر است.

زنگ زدن فلزات یا پاک کردن ظروف فلزی به وسیلهٔ ترشی، سفید کردن پارچه‌ها، به کاربردن آهک وسیمان و گچ در ساختمان، همگی با تغییرات شیمیایی همراهند. زندگی جانداران نیز به یک عده از پدیده‌های شیمیایی وابسته است که در نتیجهٔ آن موادی به مواد دیگر تبدیل می‌شوند.

تمرین

۱ ــ چند پدیدهٔ فیزیکی و چند پدیدهٔ شیمیایی را که در شرایط منزل، در طبیعت و در آزمایشگاه دبیرستان مشاهده کرده‌اید، نام ببرید.

۲ ــ در چراغ نفتی دو عمل تبخیر نفت و سوختن نفت صورت می‌گیرد. کدام یک از این دو پدیده فیزیکی وکدام یک شیمیایی است؟ چرا؟

۳ ــ کدام یک از تغییرات زیر فیزیکی وکدام یک شیمیایی است: ذوب سرب، مغناطیسی کردن تیغهٔ چاقو، هضم غذا، تبخیر آب، تشکیل برف، ایجاد الکتریسیته درمیلهٔ شیشه‌ای به وسیلهٔ مالش، تشکیل ابر و مه، رشد گیاهان.

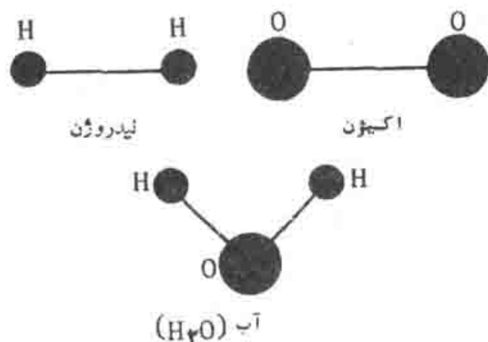
۴ ــ معمولاً" برای خواص فیزیکی رنگ، بو، حالت‌فیزیکی دردمای معمولی (جامد، مایع وبخار)، قابلیت حل درآب مورد بحث قرار می‌گیرد. اکنون شما خواص فیزیکی آهن و نمک طعام را شرح‌دهید.

۵ ــ چوب کبریت را بر روی جلد آن بکشید و آن را به دقت نگاه کنید. چه می‌بینید؟ چه می‌شنوید؟ چه استشمام می‌کنید؟ آیا مایعی را که درمجاورت شعله پدید می‌آید می‌بینید؟ چه‌نتایجی از این آزمایش ساده می‌گیریم؟

۳ـ نقش مولکولها واتمها در واکنشهای شیمیایی

واکنشهای شیمیایی عبارت‌ازتبدیل‌بعضی‌مواد به‌موادديگر است. اما وقتی که از ماده‌ای معین نام می‌بریم، مقصود نوعی معین از مولکولهاست. پس در واکنشهای شیمیایی از مولکولهای بعضی مواد مولکولهای موادی دیگر تشکیل می‌شود. این‌تبدیل چگونه روی می‌دهد؟ می‌دانید که مولکولها نیز خود از ذراتی کوچکتر به نام اتم ساخته شده‌اند. اتم کوچکترین قسمت ماده است که معمولاً" می‌تواند به حالت ترکیب وجود داشته باشد. عدهٔ انواع اتمها محدود است، ولی اتمها می‌توانند به اشکال گوناگون با یکدیگر ترکیب شوند. مولکول آب از سه اتم (یک اتم اکسیژن ودو اتم ئیدروژن) تشکیل یافته‌است. مولکول ئیدروژن از دو اتم ئیدروژن و مولکول اکسیژن از دو اتم اکسیژن تشکیل شده است.

موادی که مولکولهای آنها از اتمهای یکسان ساخته شده‌اند، ساده نامیده می‌شوند مانند **مولکولهای اکسیژن (O_2) و ئیدروژن (H_2). اگر مولکول مادهٔ ساده از یک اتم تشکیل شده باشد آن را یک‌اتمی می‌نامند. مثلاً "مولکولهای‌هلیم (He) و آرگن (Ar) یک اتمی هستند. اگر مولکول مادهٔ ساده از دو اتم تشکیل گردد آن را دو اتمی می‌ــ**



طرح مولکولهای اکسیژن و ئیدروژن و آب

خوانند. مولکولهای اغلب مواد سادهٔ گازی شکل دو اتمی هستند. مثلا" مولکولهای اکسیژن (O_2)، ئیدروژن (H_2)، کلر (Cl_2) و نیتروژن (N_2) دواتمی هستند.

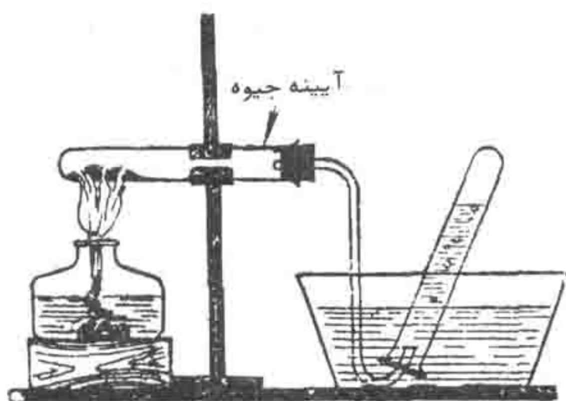
موادی که مولکولهای آنها از اتمهای متفاوت ساخته شده‌اند مرکب نامیده می‌شوند. مثلا" مولکول کلرید ئیدروژن (HCl) ازیک اتم کلرو یک اتم ئیدروژن تشکیل شده است. مولکول آب از به هم پیوستن یک اتم اکسیژن و دو اتم ئیدروژن به وجود می‌آید. مواد مرکب را ترکیبات شیمیایی نیز می‌گویند.

دانستید که در واکنشهای شیمیایی از بعضی مولکولها، مولکولهای دیگر تشکیل می‌شوند. اما چگونه؟ آزمایش تجربهٔ اکسید جیوه راانجام دهید تا پاسخ آن را بیابید.

مقداری اکسید جیوهٔ قرمز رنگ را در لولهٔ آزمایش بریزید. لولهٔ آزمایش را با چوب پنبه که لوله‌ای شیشه‌ای از آن گذرانده‌اید، ببندید. سر دیگر لوله را وارد آب کنید. لوله آزمایش را به شدت حرارت دهید[1]. مقدار اکسید جیوه به تدریج کم‌می‌شود و بالاخره ناپدید می‌شود. اما اکسید جیوه بدون باقی گذاشتن آثاری از خود ناپدید نمی‌شود. بر جدار لولهٔ آزمایش قطره هایی از ماده‌ای جدید به رنگ فلزی می‌نشیند. این ماده، جیوه است که آن‌را به خوبی می‌شناسیدو در دما- سنج به کار می‌رود. از داخل آب حبابهایی خارج می‌شود. اندکی صبرکنید تا هوای داخل لوله‌خارج شود. سپس یک لولهٔ آزمایش پر از آب را داخل آب روی دهانهٔ لوله واژگون کنید. بدین ترتیب گاز خارج شده را در لولهٔ آزمایش جمع می‌کنیم. پس از این که لولهٔ آزمایش پر از گاز شد، باانگشت سر لولهٔ آزمایش را در زیرآب ببندید وآن را از آب بیرون آورید. تکه‌ای ازچوب را روی آتش نگه دارید تا نوک آن قرمز شود. نوک قرمز چوب را در گاز تشکیل شده وارد کنید، چوب شعله ور می‌شود. این گاز همان طور که می‌دانید اکسیژن است. بنابر این اکسید جیوه به جیوه واکسیژن تجزیه شده‌است.

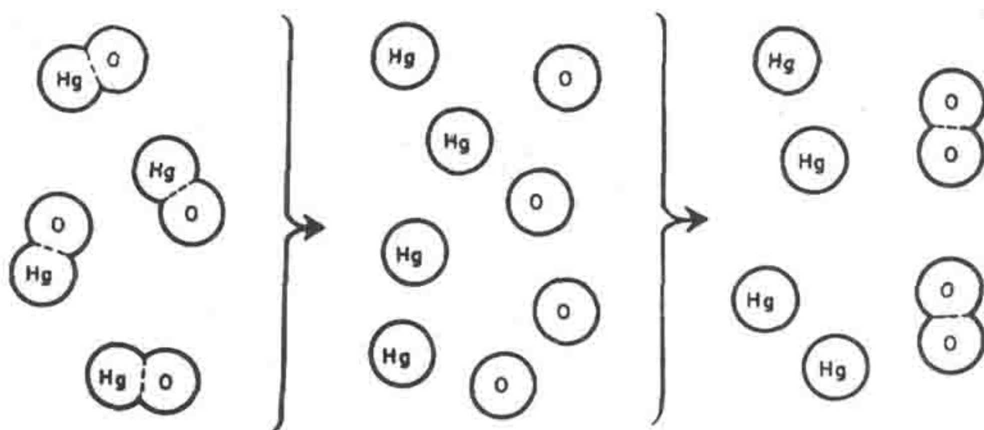
بر اثر تجزیهٔ اکسید جیوه چه روی می‌دهد؟

هر مولکول اکسید جیوه از یک اتم جیوه و یک اتم اکسیژن تشکیل یافته است. مولکولهای اکسید جیوه بر اثرگرما به اتمهای جیوه و اتمهای اکسیژن تجزیه می‌شوند. سپس اتمهای اکسیژن دو به دو با یکدیگر ترکیب‌می‌شوند ومولکولهای دواتمی تشکیل‌می‌دهند. اتمهای (یامولکولهای یک اتمی) جیوه جمع می‌شوند و به صورت قطره‌های مادهٔ سادهٔ جیوهٔ فلزی در می‌آیند، اما مولکولهای دو اتمی اکسیژن به صورت



۱- چون در الکل سوخت موجود در بازار ممکن است مقداری آب موجود باشد ازاینرو احتمالا" دمای شعله حاصل از چنین الکلی برای تجزیه اکسید جیوه کافی نمیباشد. بنابراین بجاست یااز الکل نسبتا" خالص و یا از چراغ گاز استفاده شود.

ضمنا" توجه شود که بخارات جیوه سمی است.



طرح واکنش تجزیهٔ اکسید جیوه

مادهٔ سادهٔ دیگر یعنی اکسیژن متصاعد می‌شوند. بدین ترتیب درواکنشهای شیمیایی، مولکولهاتجزیه می‌شوند اما اتمها باقی می‌مانند.

تمرین

۱ ــ اتم چیست؟ آیا درست‌است بگوییم اتم آب، اتم قند؟ چرا؟

۲ ــ چه اتمهایی در ساختمان قند معمولی شرکت می‌کنند؟

۳ ــ واکنش شیمیایی چیست؟ یک مثال بیاورید.

۴ ــ چرامواد گوناگونترازانواع‌اتمهاهستند؟

۴ــ عناصر شیمیایی

می‌دانید که عدهٔ انواع اتمها محدود است. تا حال ۱۰۴ نوع اتم یا عنصر شیمیایی شناخته شده است.

اگر قند را تجزیه کنیم مادهٔ جامدباقی مانده، زغال است. از اینجا میتوان نتیجه گرفت که در ساختمان قند کربن وجوددارد. اما نمی‌توان گفت که در قند (مادهٔ محلول در آب)، زغال (مادهٔ سیاه رنگ غیر محلول) یافت می‌شود. اتمهای کربن برای این که به زغال تبدیل شوند، باید از پیوند با اتمهای دیگر آزاد شوند و با یکدیگر پیوند حاصل کنند. این پدیده‌با تجزیهٔ قند به وسیلهٔ گرما روی می‌دهد.

عنصر ماده‌ای است که با روش شیمیائی نمی‌توان آن را به دو یا چند ماده ساده‌تر تجزیه کرد.

عناصر شیمیایی را به دو گروه بزرگ تقسیم می‌کنند: فلزات وغیر فلزات.

فلزات به حالت آزاد یعنی همچون مواد ساده، دارای خواص مشترک معینی هستند. فلزات شفاف نیستند و جلای "فلزی" مخصوص به خود دارند، جریان الکتریسیته وگرما را به خوبی‌هدایت می‌کنند، چکش خوارند وقابلیت برگ شدن دارند. فلزات معروف عبارتند ازآهن، مس، آلومینیم، جیوه، طلا، نقره.

گروه دوم عناصر شیمیایی، غیر فلزات هستند مانند کربن، اکسیژن، ئیدروژن، گوگرد. غیرفلزات جلای فلزی ندارند وجریان الکتریسیته و گرما را به خوبی هدایت نمی‌کنند.

تمرین

۱ ــ عنصر شیمیایی چیست ؟

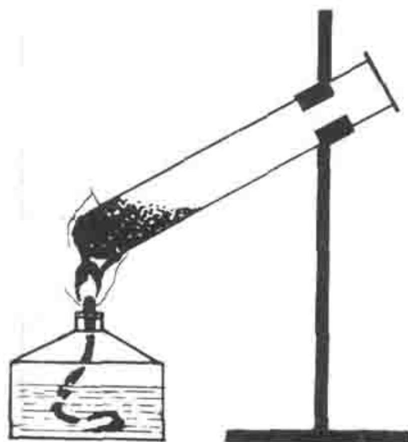
۲ ــ عناصر شیمیایی به کدام دو گروه تقسیم می‌شوند ؟ نشانه‌های ظاهری هر گروه را بیان کنید.

۳ ــ هریک از این ترکیبات از چه عناصری تشکیل یافته‌است : اکسید جیوه ، آب ، قند ؟

۴ــ موادساده ومرکب رابین این مواد مشخص کنید : ئیدروژن ، اکسید جیوه ، مس ، آب ، اکسید مس ، زغال ، دی اکسید کربن .

۵ــ مخلوطها و ترکیبهای شیمیایی

آزمایش زیر را انجام دهید تا تفاوت بین مخلوط و ترکیب شیمیایی را به روشنی بفهمید . ۴ گرم گوگرد و ۷ گرم براده‌ٔ آهن را با هم مخلوط کنید (همان طور که می‌دانید اجزای این مخلوط را می‌توان مثلا" با آهن ربا جداکرد) .مخلوط را در لوله‌ٔ آزمایش بریزید وآن راروی شعله‌ٔ چراغ الکلی گرم کنید . مخلوط به زودی سرخ می‌شود و اگرچراغ الکلی رادورکنید این سرخی‌ادامه پیدا می‌کند. این به‌آن معنی‌است که‌بین‌آهن وگوگرد واکنش شیمیایی روی‌داده است که همراه‌با آزاد شدن گرماست (این



واکنش را گرمازا می‌نامند) . وقتی که لوله‌ٔ آزمایش سرد شد ، آن را با احتیاط بشکنید و ماده‌ٔ حاصل را در هاون بکوبید وخرد کنید. آیا در میان ذرات ماده‌ٔ حاصل ذرات آهن‌وگوگرد رامشاهده می‌کنید ؟ میله‌ٔ آهن‌ربا را به گرد سیاه رنگ نزدیک کنید ، چه مشاهده می‌کنید ؟ گرد حاصل ،ماده‌ای جدید است که‌ازنظرخواص هم با گوگرد هم باآهن کاملا "تفاوت دارد .

گوگرد و آهن با یکدیگر ترکیب شده‌اند و ماده‌ای‌جدید تشکیل داده‌اند.این ماده یک ترکیب شیمیایی است و سولفید آهن نامیده می‌شود .

میتوان از آزمایش فوق و نظائر آن تفاوتهای زیر را میان مخلوط و ترکیب در نظر گرفت :

۱ــ اجزاء تشکیل‌دهنده مخلوط خواص اولیه خودرا درمخلوط حفظ می‌کنند . درصورتیکه اجزاء تشکیل‌دهنده ترکیب خواص اولیه خودرا درترکیب از دست میدهند .

۲ــ اجزاء تشکیل‌دهنده مخلوط را میتوان به کمک روشهای فیزیکی از یکدیگرجداکرد درصورتیکه اجزاء تشکیل‌دهنده ترکیب را نمی‌توان با روشهای فیزیکی از یکدیگر جدا نمود .

۳ــ در تهیه مخلوط میتوان اجزاء تشکیل دهنده را بهر نسبتی انتخاب‌کرد درصورتیکه‌برای تهیه یک ترکیب بهر روش ممکن ، نسبت وزنی اجزاء تشکیل‌دهنده ثابت است . مثلا اگر ۴ گرم گوگرد را با ۱۰ گرم آهن مخلوط کنیم و در لوله‌ٔ آزمایش بریزیم و حرارت دهیم باز هم ۱۱ ، (۷ + ۴) گرم سولفید آهن به دست می‌آوریم . و ۳ گرم‌آهن باقی می‌ماند . برای تشکیل ۹ گرم‌آب همیشه ۸ گرم اکسیژن و یک گرم ئیدروژن درواکنش شرکت می‌کنند .

۴ــ مخلوط شدن مواد معمولاهمراه‌باتغییرات

کرمایی قابل ملاحظه نیست. ولی ترکیب شدن مواد اغلب با تغییرات گرمایی آشکار همراه است.

تمرین

۱ ــ واکنش ترکیب آهن و گوگرد را از نقطه نظر تئوری اتمی بیان کنید.

۲ ــ برای انجام واکنش ترکیب گوگرد با آهن، ۷ گرم آهن را با ۷ گرم گوگرد مخلوط کرده‌اند. کدام ماده به تمامی مصرف می‌شود؟ کدام ماده و چه مقدار از آن باقی می‌ماند؟

۶ــ جرم اتمی . اتم گرم

جرم اتم هر عنصر ثابت است. اما این جرم به قدری کوچک است که اگر آن را برحسب گرم بیان کنیم عددی بسیار کوچک خواهد بود که محاسبات را بسیار دشوار خواهد کرد. به همین جهت در شیمی جرم نسبی یعنی نسبت جرم اتم به واحد انتخاب شده را در محاسبات به کار می‌برند. امروزه واحد کربنی را به عنوان واحد جرم اتمها پذیرفته‌اند[۱]. واحد کربنی $\frac{۱}{۱۲}$ جرم اتم کربن است. جرم اتم که برحسب واحد کربنی بیان شده باشد، جرم اتمی نامیده می‌شود. بدین ترتیب، جرم اتمی نشان می‌دهد که جرم اتم مورد نظر چند برابر $\frac{۱}{۱۲}$ جرم اتم کربن است. جرم اتمی کربن در واحد کربنی برابر با ۱۲ است. جرم اتمی گوگرد ۳۲ است، یعنی جرم اتم گوگرد ۳۲ برابر $\frac{۱}{۱۲}$ جرم اتم کربن است. جرم اتم ئیدروژن تقریباً $\frac{۱}{۱۲}$ جرم اتم کربن است، یعنی جرم اتمی ئیدروژن در واحد کربنی نزدیک ۱ است.

همان طور که می‌بینید، جرم اتمی جرمهای نسبی اتمها را نشان می‌دهد ووقتی که از آن نام می‌برند، معین نمی‌کنند که در چه واحدی بیان شده است.

می‌دانید که خواص شیمیایی عناصر در واکنشهای شیمیایی آنها ظاهر می‌شود. همان طور که دیدید در آزمایشها لازم می‌شود واکنشها را نه تنها از جنبهٔ کیفی (چه موادی در واکنش شرکت می‌کنند و چه موادی تشکیل می‌شوند)، بلکه از جنبهٔ کمی (چه مقدار از مواد مصرف می‌شوند یا به دست می‌آیند) نیز بیان کنیم. مقیاس مقدار ماده، جرم آن است. امروزه تقریباً" در تمام کشورها "گرم" را به عنوان واحد جرم پذیرفته‌اند. اما استفاده از یک واحد جرم در تمام موارد مناسب نیست. به همین جهت در عمل، واحدهای گوناگون به کار می‌برند. در داروخانه‌ها معمولاً" گرم، در مغازه‌های خواربار فروشی کیلوگرم، در صنایع شیمیایی تن را به کار می‌برند. در شیمی همراه با گرم از مقیاسی مخصوص به نام اتم گرم و مولکول گرم استفاده می‌کنند.

مقدار عنصر شیمیایی بر حسب گرم که از نظر عددی با جرم اتمی آن عنصر برابر است، اتم گرم آن نامیده می‌شود.

بدین ترتیب برای این که بدانیم چه مقدار از یک عنصر شیمیایی، اتم گرم آن را تشکیل می‌دهد، کافی است جرم اتمی آن را بنویسیم و کلمهٔ "گرم" را به دنبال آن اضافه کنیم. در جدول زیر جرم اتمی و اتم گرم چند عنصر را می‌بینید:

۱ــ ابتدا جرم اتم ئیدروژن و سپس $\frac{۱}{۱۶}$ جرم اتم اکسیژن را به عنوان واحد اندازه‌گیری جرم اتمها انتخاب کرده بودند.

عنصر	جرم اتمی	اتم گرم
ئیدروژن	۱	۱ گرم
اکسیژن	۱۶	۱۶ "
کربن	۱۲	۱۲ "
گوگرد	۳۲	۳۲ "
آهن	۵۶	۵۶ "
مس	۶۴	۶۴ "

فیزیک دانان عدهٔ اتمهای موجود دریک اتم گرم از هر عنصر را یافته‌اند: در اتم گرم هرعنصر $۶/۰۲\times۱۰^{۲۳}$ اتم یافت می‌شود.

$$N= ۶/۰۲\times۱۰^{۲۳}$$

عدد N یکی از اساسی‌ترین ثابتهای فیزیک و شیمی است و عدد آووگادرو نامیده می‌شود.

تمرین

۱ ــ اتم گوگرد چندبار سنگین‌تر از اتم اکسیژن است؟

۲ ــ میخ آهنی ۵/۶ گرم وزن دارد، آن را بر حسب اتم گرم نمایش دهید.

۳ ــ یک متر سیم مسی ۶/۴ گرم وزن دارد. چه طولی از آن را بگیریم تا برابر یک اتم گرم مس شود؟

۴ ــ در $\frac{۱}{۴}$ اتم گرم کربن چندگرم وچند اتم کربن موجود است؟

۷ــ علامتهای عنصرهای شیمیایی

درشیمی زبانی مخصوص به‌نام زبان شیمیایی به‌کاربرده می‌شود که شرح ساختمان موادوواکنشهای بین آنها را آسان می‌کند.اینک با الفبای این زبان یعنی علامتهای شیمیایی آشنا می‌شویم.

هر عنصر شیمیایی را با علامتی مخصوص مشخص می‌کنند. این علامت را از اولین حرف نام لاتینی عنصر اختیار می‌کنند. مثلاً C ، O ، H ، N به ترتیب عناصرکربن (Carboneum) ،اکسیژن (Oxygenium) ،ئیدروژن (Hydrogenium) ، نیتروژن (Nitrogenium) را نشان می‌دهند.

وقتی که نام چند عنصر با یک حرف شروع شود، حرف اول و یکی دیگر از حروف نام آنها را اختیار می‌کنند معمولا حرف اول را بزرگ و حرف دوم را کوچک می‌نویسند. مانند Cu (Cuprum) علامت عنصر مس و Cl (Chlorum) علامت‌عنصر کلر است.

در جدول صفحه بعد علامت شیمیایی و جرم اتمی بعضی عناصر را می‌بینید:

۸ــ فرمول شیمیایی . جرم مولکولی . مولکول گرم

چون مولکول هر ماده از اجتماع اتمها حاصل می‌شود، پس علامت شیمیایی هر مولکول باید نوع اتمها وتعداد آنهارا معین کند.

نمایش ترکیب ماده را به وسیلهٔ علامتهای شیمیایی ، فرمول شیمیایی می‌نامیم. مثلاً اکسیژن را به صورت O_2 و ئیدروژن را به صورت H_2 می‌نویسند. این فرمولها نشان می‌دهند که مولکول اکسیژن از دو اتم اکسیژن و مولکول ئیدروژن از دو اتم ئیدروژن تشکیل یافته است. آب را به صورت H_2O نمایش می‌دهند ،یعنی مولکول آب ازدو اتم ئیدروژن و یک اتم اکسیژن تشکیل یافته است.

نام فارسی	نام لاتینی	علامت شیمیایی	جرم اتمی
ئیدروژن	Hydrogenium	H	۱
اکسیژن	Oxygenium	O	۱۶
کربن	Carboneum	C	۱۲
نیتروژن	Nitrogenium	N	۱۴
گوگرد	Sulfur	S	۳۲
فسفر	Phosphorus	P	۳۱
کلر	Chlorum	Cl	۳۵/۵
ناتریم (سدیم)	Natrium	Na	۲۳
کالیم (پتاسیم)	Kalium	K	۳۹
منیزیم	Magnesium	Mg	۲۴
کلسیم	Calcium	Ca	۴۰
آهن	Ferrum	Fe	۵۶
مس	Cuprum	Cu	۶۴
روی	Zincum	Zn	۶۵
جیوه	Hydrargyrum	Hg	۲۰۱

وقتی که به فرمول شیمیایی ماده‌ای نگاه می‌کنیم فوراً می‌فهمیم که این ماده، ساده است یا مرکب، ازچه عناصری تشکیل یافته است، چند اتم ازهرعنصر در ساختمان مولکولی آن شرکت می‌کند. به‌علاوه جرم مولکولی (M) آن را می‌توان از روی فرمول شیمیایی حساب کرد. جرم مولکولی ماده، جرم مولکول آن ماده است که برحسب واحد کربنی بیان شده باشد. بدین ترتیب، جرم مولکولی نشان می‌دهد که جرم مولکول مادهٔ مورد نظرچند برابر $\frac{1}{12}$ جرم اتم‌کربن است. برای تعیین جرم مولکولی هرماده، جرم اتمی‌اتمهای تشکیل دهندهٔ مولکول آن راجمع می‌کنیم، مثلاً جرم مولکولی آب با فرمول H_2O :

$$M = 1\times 2 + 16 = 18$$

اما مولکول گرم چیست؟

فرض کنید که لازم است تا مقداری ازآب بگیریم تا عدهٔ مولکولهای‌موجود درآن با عدهٔ اتمهای موجود دریک گرم ئیدروژن برابرشود، جرم مولکولی آب برابر ۱۸ و جرم اتمی ئیدروژن برابر با ۱ است. این به آن معنی است که مولکول آب ۱۸ بار سنگین‌تر از اتم ئیدروژن است. پس عدهٔ مولکولهای آب در ۱۸ گرم آب با عدهٔ اتمهای ئیدروژن در یک گرم ئیدروژن برابر است:

وزن $6/02\times 10^{23}$ مولکول = یک مولکول گرم

مقدار ماده بر حسب گرم که از نظر عددی با جرم مولکولی آن برابر است، مولکول گرم نامیده می‌شود. برای تعیین مولکول گرم یک ماده کافی است جرم مولکولی آن را حساب کنیم وکلمهٔ "گرم" را به دنبال آن بیفزاییم.

به طور کلی تعداد $6/02\times 10^{23}$ ذره از هر ماده را یک مول می‌نامند. مثلاً منظور از یک مول اتم سدیم تعداد $6/02\times 10^{23}$ اتم سدیم می‌باشد و یا یک مول مولکول ئیدروژن برابر

۶/۰۲×۱۰^{۲۳} مولکول ئیدروژن (H_2) و یک مول اتم ئیدروژن شامل ۶/۰۲×۱۰^{۲۳} اتم ئیدروژن (H) خواهد بود.

بنابراین یک مولکول گرم از هر ماده برابر وزن یک مول از مولکولهای آن ماده است.

در جدول زیر جرم مولکولی و مولکول گرم چند ماده را می‌بینید:

ماده	جرم مولکولی	مولکول گرم
H_2O	۱۸	۱۸ گرم
O_2	۳۲	« ۳۲
H_2	۲	« ۲
CO_2	۴۴	« ۴۴

تمرین

۱ ــ یک اتم اکسیژن، دو اتم اکسیژن، یک مولکول اکسیژن، دو مولکول اکسیژن را با علامت شیمیایی و فرمول مشخص کنید.

۲ ــ مولکول آب چند بار سنگین‌تر از مولکول ئیدروژن است؟

۳ ــ عدهٔ اتمها در یک گرم اکسیژن بیشتر است یا در یک گرم ئیدروژن؟

۴ ــ عدهٔ اتمها در ۶ گرم کربن با عدهٔ اتمها در چند گرم اکسیژن برابر است؟

۵ ــ با استفاده از جدول جرم اتمی عناصر، جرم مولکولی و مولکول گرم اسید سولفوریک (H_2SO_4) و اسید نیتریک (HNO_3) را حساب کنید.

۶ ــ گوگرد درموقع سوختن، با اکسیژن ترکیب می‌شود و ترکیبی به دست می‌آید که جرم آن دو برابر جرم گوگرد اولیه است. در صورتی که بدانیم در هر مولکول این ترکیب فقط یک اتم گوگرد وجود دارد، فرمول این ترکیب کدام است؟

۷ ــ در FeS نسبت وزنی گوگرد به آهن، ۴ به ۷ است ولی از گوگرد و آهن ترکیبی دیگر نیز می‌شناسیم که در آن، در برابر ۷ گرم آهن، ۸ گرم گوگرد وجود دارد. فرمول این ترکیب کدام است؟

۸ــ فرض کنیم که یک قطره آب ۰/۱۸ میلی لیترحجم داشته باشد. معین کنید اگر مولکولهایی را که دراین حجم قراردارد بین ساکنان کره‌زمین (سه میلیارد) تقسیم کنیم، به هر نفر چند مولکول می‌رسد.

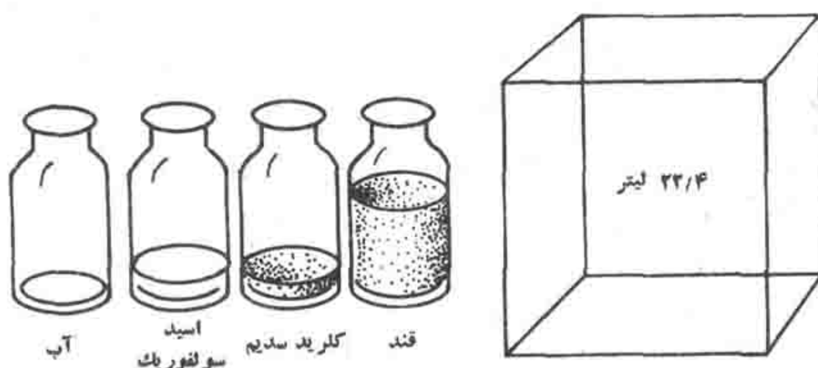
۹ـ حجم مولی . قانون آووگادرو

برای اندازه‌گیری مواد فقط وزن به‌کار نمی‌رود، در مورد مایعات ساده‌تر و بهتر است حجم آنها را اندازه بگیریم. به همین جهت مثلا" بنزین را با مقیاس حجمی (لیتر) می‌فروشند.

وزن کردن گازها بسیار دشوارتر است. گازها را معمولا" فقط با مقیاس حجمی (لیتر یا مترمکعب) اندازه می‌گیرند. امامی‌دانید که حجم گازها ثابت نیست و برحسب دما و فشار تغییر می‌کند. معمولا" حجم گازها را در شرایط متعارفی (دمای ۰°C وفشار ۷۶۰ میلیمتر ستون جیوه) اندازه می‌گیرند.

حجمی که یک مولکول گرم از هرگاز در شرایط متعارفی اشغال می‌کند، حجم مولی آن گاز نامیده می‌شود. حجم مولی تمام گازها یکسان و در شرایط متعارفی تقریبا" برابر ۲۲/۴ لیتر است.

قانون آووگادرو ــ دانستید که حجم مولی تمام



گازها در شرایط یکسان با یکدیگر برابر است. نیز می‌دانید که در یک مولکول‌گرم از هر ماده، $۶/۰۲\times۱۰^{۲۳}$ مولکول وجود دارد. بنا بر این می‌توان نتیجه‌ای کلی‌تر گرفت که درحجمهای مساوی ازگازهای متفاوت در شرایط یکسان دما و فشار، عده مولکولهای مساوی وجود دارد. این قانون، نخستین بار به وسیلهٔ آووگادرو دانشمند ایتالیایی بیان شده و به نام او نیز مشهور است.

قانون آووگادرو شامل مواد در حالتهای مایع وجامد نمی‌شود. زیرا مولکول‌گرم مایعات وجامدات، هر چند که عدهٔ مولکولهای آنها برابر باشد، حجمهای متفاوت را اشغال می‌کنند. در شکل بالا حجم مولی گازها در ردیف حجم مولکول‌گرم چند مایع و جامد نشان داده شده است.

اما چرا فقط گازها ازقانون آووگادرو پیروی می‌کنند؟

فاصلهٔ مولکولها در گازها، در مقایسه باابعاد مولکولها، بسیار زیاد است. به همین جهت حجم اشغال شده به وسیلهٔ مولکول بسیار کم است. حجم کلی گاز به طور عمده با فاصله‌های بین مولکولها معین می‌شود و این فاصله ها نیز در دما و فشار یکسان برای همهٔ گازها یکسان است. ولی مولکولها درمواد مایع و جامد بسیار نزدیک یکدیگرند. حجم مواد مایع وجامد به‌طورعمده به ابعاد خودمولکولها بستگی دارد.

ازقانون آووگادرو نتایج مهمی حاصل می‌شود. بااستفاده ازاین قانون می‌توان وزن حجمی، چگالی نسبی و جرم مولکولی گازها را حساب کرد.

مثال ۱ ــ جرم یک لیتر گاز نیتروژن را در شرایط متعارفی پیدا کنید.

مولکول گرم هرگازازجمله نیتروژن ($N_۲=۲۸$) در شرایط متعارفی ۲۲/۴ لیتر حجم دارد. بنا بر این جرم یک لیتر نیتروژن در شرایط متعارفی $۱/۲۵=\frac{۲۸}{۲۲/۴}$ گرم است.

مثال ۲ ــ چگالی نسبی گاز دی اکسید کربن را نسبت به ئیدروژن حساب کنید.

می‌دانیم که در شرایط مساوی دماو فشار در حجمهای مساوی ازتمام گازها عدهٔ مولکولهای یکسان وجود دارد. بنابراین برای تعیین چگالی نسبی دو گازکافی است که نسبت جرم مولکولی گاز اول به‌گاز دوم راحساب کنیم. جرم مولکولی دی اکسید کربن $CO_۲=۴۴$ و جرم مولکولی ئیدروژن $H_۲=۲$ است. پس چگالی نسبی گازدی اکسیدکربن به‌گاز ئیدروژن $۲۲=\frac{۴۴}{۲}$ است، یعنی گاز دی اکسید کربن ۲۲بار سنگین‌تر از گاز ئیدروژن است.

مثال ۳ ــ جرم ۲/۸ لیتر اکسیژن (در شرایط

متعارفی) ۴گرم است. جرم مولکولی آن کدام است؟ می‌دانیم که یک مولکول‌گرم از هرگاز در شرایط متعارفی ۲۲/۴ لیتر حجم دارد.

بنابراین:

گرم وزن دارد ۴	۲/۸ لیتر
جرم ملکولی گرم ۳۲=x	۲۲/۴

مثال ۴ ــ چگالی‌نسبی گازی نسبت به اکسیژن مساوی با ۲ است. جرم مولکولی این گاز را پیدا کنید. این گاز دوبارسنگین‌تر از اکسیژن است و این به‌آن معنی است که‌هرمولکول این‌گاز ۲ بارسنگین‌تر از مولکول اکسیژن است. جرم مولکولی اکسیژن (O_2) مساوی با ۳۲ است. بنا بر این جرم مولکولی این گاز ۶۴ = ۲×۳۲ است.

تمرین

۱ ــ جرم یک لیتر از این گازها را حساب کنید: متان CH_4، آمونیاک NH_3.

۲ ــ درده میلی‌لیتر گازئیدروژن چندمولکول ئیدروژن موجود است؟

۳ ــ چگالی نسبی گاز نیتروژن نسبت به ئیدروژن مساوی با۱۴ است. جرم مولکولی نیتروژن را حساب کنید.

۴ ــ جرم یک لیتر گازی در شرایط متعارفی ۲/۵ گرم است. جرم مولکولی این گاز را پیداکنید.

۱۰ ــ ظرفیت عناصر وفرمولهای شیمیایی

از بررسیهای گذشته دریافتید که چند عنصر ممکن است بایکدیگر ترکیب شوند و یک مادهٔ مرکب به وجود آورند. بنا به تعریف دالتون ودانشمندان دیگرترکیب شیمیایی میان دو عنصر نتیجهٔ ترکیب اتمهای آنها وتشکیل مولکولهای مادهٔ مرکب است.

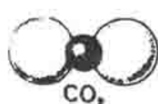
مثال اول ــ آزمایشهای گوناگون نشان داده است که آهن و گوگرد به نسبت ۵۶ گرم آهن و ۳۲ گرم گوگرد ترکیب می‌شوند. هرگاه به جدول وزن اتمی عناصر رجوع کنید می‌بینید که ۵۶ گرم آهن نمایندهٔ یک اتم گرم آهن و ۳۲ گرم گوگرد نمایندهٔ یک اتم گرم‌گوگرد است. مفهوم این‌نسبت آن است که اتمهای آهن و گوگرد به نسبت مساوی با یکدیگر ترکیب می‌شوند و سولفید آهن را به وجود می‌آورند. به زبان دیگر، قابلیت ترکیب اتمهای گوگرد و آهن به نسبت ۱ به ۱ می‌باشد و از این رو مادهٔ حاصل را با FeS نشان می‌دهند.

FeS رافرمول شیمیایی سولفیدآهن‌می‌نامند. "فرمول شیمیایی یک‌ماده، نوع اتمها و عدهٔ آنها را در مولکول آن نشان می‌دهد"

مثال دوم ــ ازتجزیهٔ الکتریکی آب دانستید که نسبت وزنی ترکیب ئیدروژن به اکسیژن در آب همیشه ۱ به ۸ یا ۲ به ۱۶ است. با مراجعه به جدول وزن اتمی عناصر به این نتیجه می‌رسیم که ترکیب این‌دوعنصر به‌نسبت ۲ اتم‌ئیدروژن ویک‌اتم اکسیژن‌است‌وفرمول شیمیایی‌آب‌حاصل H_2O می‌باشد.

از دو مثال فوق نتیجه می‌گیریم که در هر ترکیب شیمیایی، عناصر به نسبت وزنی ثابت با یکدیگر ترکیب می‌شوند (قانون نسبتهای ثابت در یک ترکیب)، بنابراین باید گفت که در مادهٔ مرکب، نسبت اتمهای گوناگون به یکدیگر ثابت است.

ظرفیت عناصر (والانس) ــ ازمجموع‌مطالعات گذشته به‌این نتیجه رسیدیم که اتم‌هرعنصر قابلیت‌ترکیب مشخصی با اتمهای عناصر دیگر دارد. ظرفیت یا والانس مقیاسی است برای قابلیت ترکیب اتمها با یکدیگر. برای آن‌که بتوان به هرعنصر عدد ظرفیتی

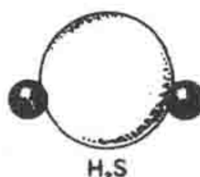












مشخصی داد، ئیدروژن را واحد انتخاب کرده و به آن ظرفیت یک داده‌اند. ظرفیت عناصر دیگر را نیز تعداد اتمهای ئیدروژنی می‌دانند که با یک اتم از آن عنصر ترکیب می‌شوند.

مثلاً ظرفیت اکسیژن درآب ۲ است زیرا با دو اتم ئیدروژن ترکیب شده است.

با مقایسهٔ فرمولهای شیمیایی ترکیبات گوناگونی چون کلریدئیدروژن (HCl)، آب (H_2O) گاز آمونیاک (NH_3) و گاز متان (CH_4) می‌توان نتیجه گرفت که اتم کلر یک ظرفیتی، اکسیژن دو ظرفیتی، نیتروژن سه ظرفیتی و کربن چهار ظرفیتی است.

با توجه به مثالهای فوق می‌توان تعریف ساده زیر را برای ظرفیت یک عنصر درنظرگرفت.

ظرفیت یک عنصر عبارت از تعداد ئیدروژن و یا کلری که با یک اتم عنصر ترکیب می‌شود.

شکل بالا مولکولهای گوناگونی رانشان می‌دهد ظرفیت هر یک از عناصر را در آنها تعیین کنید.

روش نوشتن فرمول و نام‌گذاری ترکیبات شیمیایی:

با استفاده از علامتهای شیمیایی عناصر و رعایت ظرفیت آنها می‌توان فرمول ترکیبها را نوشت.

در مثالهای زیر ظرفیت هر یک از عناصر به‌وسیله یک یا چند خط نشان داده شده است:

علامت شیمیایی عناصر اولیه		فرمول شیمیایی ترکیب حاصل
Na —	— Cl	NaCl
H —	— Cl	HCl
Na — Na —	>O	Na_2O
Al≤ Al≤	>O <O >O	Al_2O_3
Fe<	>S	FeS
C≤	>O >O	CO_2

همان‌طور که دیده می‌شود در هر یک ازاین فرمولهای شیمیایی تعدادکلی ظرفیتهای دو عنصری که با یکدیگر ترکیب می‌شوند با هم برابرند.

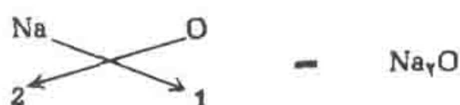
با توجه به این مثالها می‌توان دستورساده زیر را برای نوشتن فرمول ترکیبهای دوتایی (ترکیبهایی که از دو عنصر تشکیل یافته‌اند) به کار برد:

۱ــ علامت شیمیایی فلز یــــا ئیدروژن رادر سمت چپ و علامت شیمیایی غیر فلز را در سمـت راست می‌نویسند.

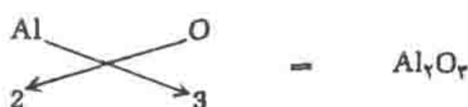
۲ــ ظرفیت هر عنصر را ضریب عنصر دیگـر قرار می‌دهند.

۳ــ ضرایب را ساده کرده و از نوشتن عــدد (۱) صرفنظر می‌کنند.

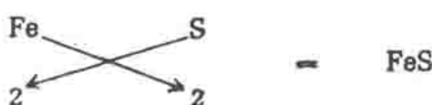
مثال: فرمول شیمیایی ترکیبهای (اکسیژن با سدیم)، (اکسیژن با آلومینیم) و (گوگرد بـا آهن) به قرار زیر است:



$= \quad Na_2O$



$= \quad Al_2O_3$



$= \quad FeS$

برای نام‌گذاری این نوع ترکیبها معمولا نام غیرفلز را که به "اید" ختم شده است ذکر کرده و سپس نام فلز یا ئیدروژن را می‌آورند.

مثال:

کلرید ئیدرژن	HCl
کلریدسدیم	$NaCl$
سولفیدئیدرژن	H_2S
اکسیدآلومینیم	Al_2O_3

ظرفیتهای متغیر ــ برخی عناصر بیش از یک ظرفیت دارند. برای مثال از آهن و کلر. دو نوع ترکیب بــــا فرمولهای $FeCl_2$ و $FeCl_3$ وجود دارد. ظرفیت آهن در ترکیب اول دو است و با دو اتم کلر ترکیب شده است (کلر یک ظرفیتی است)، و ظرفیت آهن در تــرکیب دوم، سه است زیرا با سه اتم کلر ترکیب شده است. در این گونه موارد می‌گویند آهن ظرفیتهای متغیر دارد.

فرمول ونام دو نوع‌کلرید آهن را به قرار زیر می‌نویسند.

کلرید آهن (II)	$FeCl_2$
کلرید آهن (III)	$FeCl_3$

ترکیبهای بالا را کلرید آهن‌دو و کلرید آهن سه می‌خوانند.

تمرین ۱ــ هرگــاه بــدانیــد کــه مس دارای ظرفیتهای یک و دو می‌باشد، فرمول و نام کلریدها و اکسیدهای آن را بنویسید.

تمرین ۲ــ نام ترکیبهای زیر را بنویسید.

NH_3	$FeBr_3$	$FeBr_2$
Na_3N	Al_2S_3	Al_4C_3
$SnCl_2$	MnO_2	MgO
$SnCl_4$	MnO	$BaCl_2$

در مواردی که دو غیر فلز با هم ترکیب شوند اغلب نام غیرفلزی را که دارای ظرفیت کــوچکتر است ذکر کرده، آخر آن را به "اید" ختم می‌کنند و سپس نام غیر فلز دیگر را می‌آورند. برای بـیان تعداد اتمها نیز ازاعداد یونانی استفاده می‌کنند [1].

مثال: فسفر با دو ظرفیت سه و پنج با کلــر

۱ــ نام گذاری یونانی اعداد: منو (mono) برای یک مانند منواکسید کربن (CO)، دی (di) ←

ترکیب شده و دو نوع کلرید فسفر به شرح زیر پدید می‌آورد.

تری کلریدفسفر	PCl_3
پنتا کلریدفسفر	PCl_5

فسفیدها: فسفر با برخی از فلزهانیزترکیبی بنام فسفید تولید میکند که ظرفیت فسفر در آن ۳ می‌باشد.

مثال:

Na_3P فسفید سدیم

Zn_3P_2 فسفید روی و AlP فسفیدآلومینیم

تمرین ــ فرمول شیمیایی ترکیبهای زیر را بنویسید.

تری اکسیدفسفر، پنتو کسیدفسفر، دی‌اکسید گوگرد، تری اکسید گوگرد، تترا کلریدکربن، سولفید کربن.

ترکیبهای سه تایی ــ گروه دیگری‌از مواد شیمیایی که از سه عنصر تشکیل شده‌اند، ترکیبهای سه‌تایی نامیده می‌شوند که آنها را می‌توان به سه دسته تقسیم کرد.

الف ــ ئیدروکسیدها ــ اگر از مولکول آب (H_2O) یک ئیدرژن‌برداشته شود یک گروه یک ظرفیتی ($OH-$) باقی‌می‌ماندکه گروه ئیدروکسید نامیده می‌شود. این‌گروه یک‌ظرفیتی‌با فلزات تولید ئیدروکسیدهای فلزی می‌نماید. مثال:

ئیدروکسید سدیم	$NaOH$
ئیدروکسید کلسیم	$Ca(OH)_2$
ئیدروکسید آهن (II)	$Fe(OH)_2$
ئیدروکسید آهن (III)	$Fe(OH)_3$

ب ــ اسیدهای اکسیژن‌دار ــ ازترکیب‌بسیاری از اکسیدهای غیر فلزی با آب موادی به دست می‌آید که خاصیت اسیدی دارند. مثال:

اسید کربنیک $CO_2+H_2O \rightarrow H_2CO_3$

چون معمولا" غیرفلزات با ظرفیتهای‌مختلف با اکسیژن‌ترکیب‌می‌شوندبرای نام گذاری اسیدهای حاصل، آخر نام اسیدی را که از اکسید دارای غیر فلز با ظرفیت کمتر حاصل شده‌است به "او" و آخر نام اسیدی که از اکسید دارای غیر فلز با ظرفیت بیشتر تولید شده است به "ایک" ختم می‌کنند. مثال:

اسید سولفورو $SO_2+H_2O \rightarrow H_2SO_3$

اسید سولفوریک $SO_3+H_2O \rightarrow H_2SO_4$

در این ترکیبات نیز مانند ترکیبات دوتایی مجموع ظرفیت‌های اکسیژن باید برابر مجموع ظرفیتهای دو عنصر دیگر باشد. مثلا" در اسید سولفورو (H_2SO_3) مجموع ظرفیتهای اکسیژن برابر (۶=۲×۳) و مجموع ظرفیتهای دو عنصر دیگر نیز (۶=۲+۴) است. همچنین در اسید سولفوریک (H_2SO_4) مجموع ظرفیتهای اکسیژن (۸=۲×۴) و مجموع ظرفیتهای دو عنصر دیگر نیز (۸=۲+۶) است.

برای دو مانند دی‌اکسید کربن (CO_2)، تری (tri) برای‌سه مانند تری کلرید فسفر (PCl_3)، تترا (tetra) برای‌چهار مانند تترا کلرید کربن (CCl_4) و بالاخره پنتا (Pente) برای پنج مانند پنتا کلرید فسفر (PCl_5).

بنیانها ــ اگر ئیدرژن اسیدها را برداریم باقیمانده بنیان نامیده می‌شود. بدیهی است که ظرفیت بنیانها برابر تعداد ئیدرژن برداشته شده است. برای نام بنیانها نیز در مورد ترکیبی که از غیر فلز با ظرفیت کمتر حاصل شده است از پسوند "ایت" و برای ظرفیت بیشتر پسوند "آت" به کار می‌برند.

مثال:

بنیان دو ظرفیتی سولفات $\overline{\overline{SO_4}}$

از اسید سولفوریک H_2SO_4

بنیان دو ظرفیتی سولفیت $\overline{\overline{SO_3}}$

از اسید سولفورو H_2SC_3

بنیان یک ظرفیتی نیترات $\overline{NO_3}$

از اسید نیتریک HNO_3

بنیان یک ظرفیتی نیتریت $\overline{NO_2}$

از اسید نیترو HNO_2

برای محاسبه ظرفیت غیر فلز در اسیدهای سه‌تایی می‌توان تعداد کلی اتمهای ئیدرژن را از کل ظرفیتهای اکسیژن کم کرد. مثال:

ظرفیت گوگرد در اسید سولفوریک (H_2SO_4) برابر ۶=(۲)−(۴×۲) می‌باشد.

پرسش: ظرفیت گوگرد را در اسید سولفورو (H_2SO_3) و ظرفیت نیتروژن را در اسید نیتریک (HNO_3) و اسید نیترو (HNO_2) تعیین کنید.

بدیهی است که ظرفیت گوگرد در بنیان سولفات ($\overline{\overline{SO_4}}$) نیز از کم کردن ظرفیت بنیان از کل ظرفیتهای اکسیژن به دست می‌آید ۶=۲−(۴×۲)

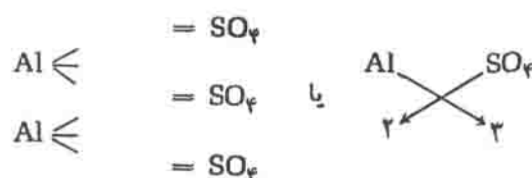
پرسش: ظرفیت کربن را در بنیان کربنات $\overline{\overline{CO_3}}$ حساب کنید.

ج ــ اگر به‌جای ئیدرژن اسیدها فلز قرار گیرد ماده حاصل نمک نامیده می‌شود. مثال: ترکیبهای زیر همگی نمک به شمار می‌روند.

سولفات سدیم	Na_2SO_4
نیترات کلسیم	$Ca(NO_3)_2$
کربنات کلسیم	$CaCO_3$
سولفات ئیدرژن سدیم	$NaHSO_4$
کربنات ئیدروژن کلسیم	$Ca(HCO_3)_2$

در مورد نمکها نیز مانند ترکیبهای دوتایی، ظرفیت فلز را برای بنیان و ظرفیت بنیان را برای فلز در نظر می‌گیریم.

برای مثال، فرمول سولفات آلومینیم مطابق شرح زیر طوری نوشته می‌شود که تعداد کلی ظرفیتهای آلومینیم و سولفات برابر باشد.



بنابراین فرمول این ماده $Al_2(SO_4)_3$ خواهد بود.

جدول صفحه بعد نام و فرمول و ظرفیت عده‌ای از عناصر و بنیانها را نشان می‌دهد.

یادآوری: بنیان یک ظرفیتی آمونیم (NH_4) که در این جدول دیده می‌شود می‌تواند مانند فلزها، با غیر فلزها یا بنیانهای دیگر جدول ترکیب شود.

مثال:

کلرید آمونیم	NH_4Cl
سولفات آمونیم	$(NH_4)_2SO_4$
ئیدروکسید آمونیم	NH_4OH

جدول نام و فرمول و ظرفیت عده‌ای از عناصر و بنیانها

ئیدرژن	H —	پتاسیم	K —
آمونیم	NH_4 —	سدیم	Na —
فلوئورید	— F	منیزیم	Mg =
برمید	— Br	آلومینیم	Al ≡
یدید	— I	کلسیم	Ca =
کلرید	— Cl	آهن	Fe =
سولفید	= S	آهن	Fe ≡
فسفید	≡ P	مس	Cu —
نیترات	— NO_3	مس	Cu =
نیتریت	— NO_2	روی	Zn =
سولفات	= SO_4	نقره	Ag —
سولفیت	= SO_3	قلع	Sn =
کربنات	= CO_3	قلع	Sn ≡
فسفات	≡ PO_4	باریم	Ba =
فسفیت	≡ PO_3	جیوه	Hg =
ئیدروکسید	— OH	سرب	Pb =

تمرین

۱ — فرمول شیمیایی ترکیبات زیررا بااستفاده از جدول ظرفیت عناصر بنویسید:

اکسید پتاسیم، کلریدکلسیم، سولفید نقره، اکسید سرب، برمید نقره، کلرید آلومینیم، یدید پتاسیم، سولفید سرب، کلرید آمونیوم، فسفید منیزیم، فسفید آلومینیم.

۲— نام ترکیبات زیر را بنویسید.

$Zn(NO_3)_2$ ، $FeSO_4$ ، $Fe_2(SO_4)_3$

$Al(NO_3)_3$ ، K_3PO_4 ، $Mg(NO_2)_2$

$BaSO_4$ ، $SnCl_4$ ، $PbCl_2$

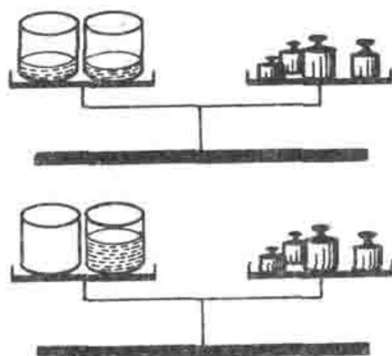
۳— فرمول ترکیبات زیر را بنویسید.
کربنات ئیدروژن پتاسیم، نیترات نقره، سولفات آلومینیم، نیترات آهن (II)، نیترات آهن (III)، کربنات روی، ئیدروکسید پتاسیم، ئیدروکسید آلومینیم، فسفات کلسیم، سولفیت باریم، کربنات آمونیم، سولفات سرب، نیتریت سدیم.

۴— فرمول شیمیایی مواد زیر را بنویسید و وزن مولی آنها را حساب کنید:
سولفات باریم، اکسید روی، کربنات سدیم، ئیدروکسید کلسیم، اکسید آهن (II)، اکسید آهن (III)، فسفات سدیم، فسفیت پتاسیم، نیترات روی، کربنات کلسیم، سولفیت سدیم، سولفید سدیم، سولفات آهن (III).

۵— فلز دو ظرفیتی X وجود دارد. فرمول شیمیایی هر یک از اکسید، کلرید، نیترات، ئیدروکسید، کربنات و سولفات آن را بنویسید.

۱۱- قانون بقای جرم مواد. معادلهٔ شیمیایی

می‌دانید که اتمها در واکنشهای شیمیایی



وقتی محلولهای کلریدسدیم و نیترات نقره با همدیگر مخلوط شوند رسوب سفید رنگی بدست می‌آید که حاکی از یک تغییر شیمیایی است. ولی با وجود این تغییر شیمیایی تغییری در وزن داده نشده است.

باقی می‌مانند، پس جرم آنها نیزباقی می‌ماند. در نتیجه در یک واکنش شیمیایی، جرم موادی که بر یکدیگر اثر می‌کنند با جرم مواد تشکیل شده برابر است. این قانون مهم را قانون بقای جرم می‌نامند.

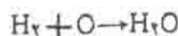
اگر فرمولهای شیمیایی مواد وارد در واکنش شیمیایی و حاصل ازآن را بدانیم، واکنش شیمیایی رامی‌توانیم بامعادلهٔ شیمیایی نشان دهیم. نمایش واکنش شیمیایی را به وسیلهٔ فرمولهای شیمیایی، معادلهٔ شیمیایی می‌نامیم.

معادلهٔ شیمیایی را به این ترتیب تشکیل می‌دهیم:

۱ ــ فرمولهای موادی را که در واکنش شرکت می‌کنند در قسمت چپ معادله و فرمولهای مواد تشکیل شده در نتیجهٔ واکنش را در قسمت راست معادله می‌نویسیم.

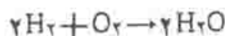
۲ ــ در جلو فرمولها ضرایبی قرار می‌دهیم تا عدهٔ اتمهای عناصر در قسمتهای چپ و راست معادله برابر شوند.

به‌عنوان مثال معادلهٔ واکنش‌ترکیب ئیدروژن و اکسیژن را تشکیل می‌دهیم. ابتدا فرمول مواد شرکت کننده در واکنش و مادهٔ تشکیل شده را می‌نویسیم:



$H_2 + O \rightarrow H_2O$

سپس ضریبهای لازم را قرار می‌دهیم، درآن صورت معادلهٔ واکنش به این صورت در می‌آید:

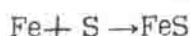


$2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O$

این معادله نشان‌می‌دهد که: ۱ ــ هر مولکول اکسیژن با دو مولکول ئیدروژن در واکنش شرکت می‌کند ودر نتیجه دو مولکول آب تشکیل می‌شود.
۲ ــ ۳۲ گرم اکسیژن با ۴ گرم ئیدروژن در واکنش شرکت می‌کند ودرنتیجه ۳۶ گرم آب تشکیل می‌شود.
۳ ــ در شرایط متعارفی، ۲۲/۴ لیتر اکسیژن با ۴۴/۸ =۲×۲۲/۴ لیتر ئیدروژن در واکنش شرکت می‌کند و در نتیجه ۴۴/۸ =۲×۲۲/۴ لیتربخار آب حاصل می‌شود.

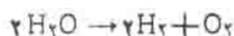
انواع مهم واکنشهای شیمیایی عبارتند از:
یادآوری ــ در دورهٔ راهنمایی با ۴ نوع واکنش شیمیایی به شرح زیر آشنا شدید.

۱ ــ واکنشهای ترکیب ــ واکنشهایی که در آنها از چند ماده یک مادهٔ جدید حاصل می‌شود، واکنشهای ترکیب نامیده می‌شوند. مانند:



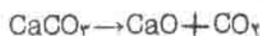
$Fe + S \rightarrow FeS$

۲ ــ واکنشهای تجزیه ــ واکنشهایی که در آنها از یک ماده چند مادهٔ جدید حاصل می‌شود، واکنشهای تجزیه نامیده می‌شوند، مانند تجزیهٔ آب:



$2H_2O \rightarrow 2H_2 + O_2$

کربنات کلسیم نیزبراثرحرارت تجزیه می‌شود:



$CaCO_3 \rightarrow CaO + CO_2$

۳ ــ واکنشهای جانشینی ساده ــ واکنشهای بین مواد ساده و مرکب که در آنها اتمهای تشکیل دهندهٔ مادهٔ ساده جانشین اتمهای یکی از عناصر مادهٔ مرکب می‌شوند، واکنشهای جانشینی ساده نامیده می‌شوند. اگر میله‌ای از آهن را درون محلول سولفات مس قراردهیم، اتمهای آهن به‌جای اتمهای مس می‌نشینند. در این واکنش سولفات آهن به وجود می‌آید و مس آزاد می‌شود.

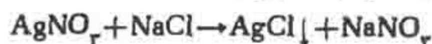


$Fe + CuSO_4 \rightarrow FeSO_4 + Cu$

۴ ــ واکنشهای جانشینی دوگانه ــ واکنشهای

بین دو مادهٔ مرکب که درآنها جا به جایی بنیانها صورت می‌گیرد، واکنشهای جانشینی دو گانه نامیده می‌شوند.

مثال این نوع‌واکنش ترکیب محلول کلرید سدیم با محلول نیترات نقره که در نتیجه رسوب کلرید نقره پدید می‌آید.



$AgNO_3 + NaCl \rightarrow AgCl\downarrow + NaNO_3$

تمرین

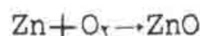
۱ ــ معادلهٔ واکنشهای زیر را بنویسید:

الف ــ کربن با اکسیژن ترکیب می‌شود و دی اکسید کربن می‌دهد، ب ــ کلر بائیدروژن ترکیب می‌شود و کلرید ئیدروژن می‌دهد، ج ــ کربن بر بخار آب اثر می‌کند و ئیدروژن و منو اکسید کربن تولید می‌کند.

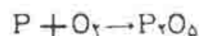
۲ ــ در واکنشهای زیر ضرایب مربوط را بنویسید:



$Al + S \rightarrow Al_2S_3$



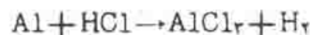
$Zn + O_2 \rightarrow ZnO$



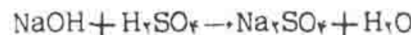
$P + O_2 \rightarrow P_2O_5$



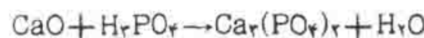
$Mg + CuCl_2 \rightarrow MgCl_2 + Cu$



$Al + HCl \rightarrow AlCl_3 + H_2$



$NaOH + H_2SO_4 \rightarrow Na_2SO_4 + H_2O$



$CaO + H_3PO_4 \rightarrow Ca_3(PO_4)_2 + H_2O$

۳ــ واکنش ترکیب N_2O_3 و N_2O_5 را با آب و نام اسیدهای حاصل را بنویسید.

۴ــ از ترکیب ۳/۴ گرم نیترات نقره با محلول نمک طعام (کلرید سدیم):

الف: چند گرم رسوب کلرید نقره بدست میآید.

ب: جرم کلرید سدیم بکاررفته چقدراست.

حل: ابتدا جرم اتمی عناصر بکار رفته در این واکنش را از جدول جرم اتمی عناصر که در آخر کتاب است بدست می‌آوریم.

Ag = ۱۰۸ O = ۱۶ N = ۱۴

Cl = ۳۵/۵ Na = ۲۳

سپس معادله موازنه شده واکنش را نوشته و محاسبه می‌نمائیم.



$AgNO_3 + NaCl \rightarrow AgCl\downarrow + NaNO_3$

مطابق واکنش فوق یک ملکول گرم $AgNO_3$ (۱۷۰ گرم) یک ملکول گرم AgCl (۱۴۳/۵گرم) تولید می‌کند.

۱۷۰ گرم ۱۴۳/۵ گرم

۳/۴ گرم $x = \frac{۱۴۳/۵ \times ۳/۴}{۱۷۰} =$ ۲/۸۷ گرم AgCl

هم‌چنین مطابق واکنش فوق یک ملکول‌گرم $AgNO_3$ (۱۷۰ گرم) با یک ملکول گرم کلرید سدیم (۵۸/۵ گرم) ترکیب میگردد.

۱۷۰ گرم ۵۸/۵ گرم

۳/۴ گرم x = ۱/۱۷ گرم NaCl

۵ــ از حرارت‌دادن ۱۰گرم کربنات‌کلسیم:

الف: چند گرم اکسید کلسیم بدست‌میآید.

ب: چند گرم CO_2 تولید میشود. حجم این گاز در شرایط متعارفی چند میلی لیتر است.

۶ــ الف: بامصرف‌شدن ۱/۱۲گرم‌آهن چند گرم‌مس‌را میتواند ازمحلول سولفات‌مس‌آزاد سازد.

ب: سولفات آهن تولید شده چند گرم جرم دارد.

ج: جرم سولفات مس به کار رفته چقدر است.

۷ـ در یک آزمایش، ۳/۶ گرم فلز آلومینیم در اسید کلرئیدریک حل شده است.

الف: چند میلی لیتر گازدرشرایط متعارفی به دست آمده است.

ب: چند گرم HCl مصرف شده است؟

۸ـ در تجزیه الکتریکی آب برای تهیه ۵/۶ میلی‌لیتر گاز ئیدروژن در شرایط متعارفی:

الف: چند گرم آب مصرف می‌شود.

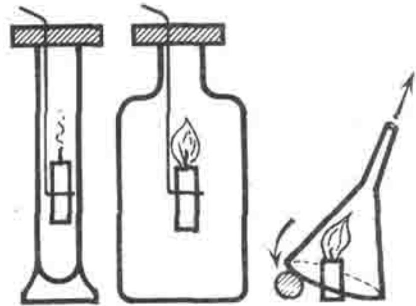
ب: چندگرم‌اکسیژن به‌دست می‌آید. حجم گاز اکسیژن حاصل در شرایط متعارفی چقدر است؟

فصل ۵

هوا . اکسیژن

۱ ـ هوا

آزمایش ـ سه شمع را روشن کنید. اولی را در ظرفی که دارای حجم کمی است و دومی را در ظرفی که دارای حجم زیادتری است، بگذارید. سومی را در زیرقیفی که هوا می‌تواند درآن جریان داشته باشد قرار دهید.



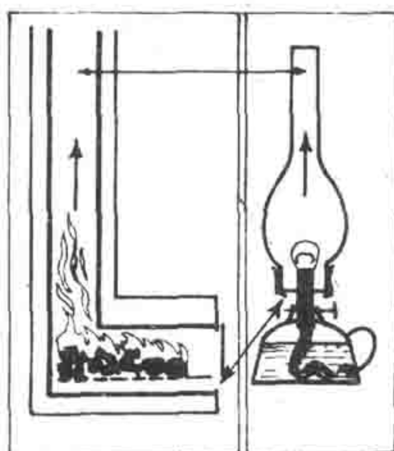
چه مشاهده می‌کنید؟ کدام شمع زودترخاموش می‌شود؟ کدام شمع خاموش نمی‌شود؟چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟ اگراز جریان هوا در زیر قیف جلوگیری کنیم، چه روی می‌دهد؟

در کتاب علوم اول راهنمایی خوانده‌اید که سوخت کدام است و دمای احتراق چیست. برای سوختن مادهٔ سوختنی اولا" باید آن را تا دمایی معین (دمای احتراق) گرم کرد، ثانیا" هوای کافی به آن رساند.

دودکش به جریان هوا در اجاق کمک می‌کند. درصنعت برای بهتر سوختن سوخت از دم یا بادزن استفاده می‌کنند. چراغ گاز آزمایشگاه دارای دریچه‌ای است که هوا از آنجا وارد می‌شود و با تنظیم آن می‌توان هوای کافی وارد کرد تا شعلهٔ دلخواه تولید گردد. برای خاموش کردن آتش باید از ورود هوا به محل آتش جلوگیری کرد یا آن را سرد کرد یعنی به دمایی پایین تر از دمای احتراق رساند. اگر لباس آتش گرفته باشد آن را می‌توان با پتو خاموش کرد. آتش سوزی به وسیلهٔ بنزین و نفت و سایر مواد نفتی را با خاک، شن یا دی اکسید کربن خاموش می‌کنند.

برای خاموش کردن چوب یا زغال درحال احتراق، روی آنها آب می‌ریزیم. آب، چوب یا زغال درحال احتراق راسرد می‌کند و مانع سوختن آنها می‌شود.



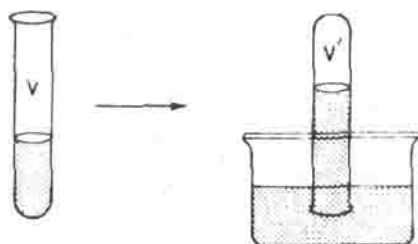


چراغ نفتی دستگاهی ساده برای سوختن مادهٔ سوختنی است. هواکش آن‌کجا قرار دارد؟ چه چیزدرآن نقش دودکش را به‌عهده دارد؟ وقتی که چراغ نفتی روشن است، لولهٔ چراغ را با احتیاط بردارید. چه‌روی می‌دهد؟ چرا؟ پیچ چراغ را بگردانید تا فتیلهٔ آن بالا بیاید. چه‌روی می‌دهد؟ اگر فتیله زیاده‌ازحد بالا بیاید چه‌روی می‌دهد؟ چرا؟ با انگشتان خود محل ورود هوا را ببندید چه‌روی می‌دهد؟ چرا؟ آیا سوختن درکوره شباهتی با سوختن نفت درچراغ دارد؟ قسمتهای مختلف این دو دستگاه را باهم مقایسه کنید.

هوامخلوطی ازچندین مادهٔ گازی شکل است اما بیش ازهمه از گازهای نیتروژن و اکسیژن تشکیل یافته است ودر محاسبات عادی نیزهوا را مخلوطی از اکسیژن و نیتروژن به حساب می‌آورند.

برای تعیین درصد اکسیژن ونیتروژن می‌توان به این شکل عمل کرد: که در یک لولهٔ آزمایش مدرج مقداری از محلول یک ماده جاذب اکسیژن بنام پیروگالل می‌ریزیم. یک بلور ئیدروکسید پتاسیم به آن اضافه می‌کنیم. دهانهٔ لوله را با در لاستیکی محکم می‌بندیم و حجم هوای بالای لوله را یادداشت می‌کنیم. فرض می‌کنیم حجم هوای بالای لوله V سانتیمتر مکعب باشد. لوله را مدت چند دقیقه به شدت تکان می‌دهیم. اکسیژن هوای داخل لوله جذب پیروگالل می‌شود.

حال لولهٔ آزمایش را در تشتک پر از آبی واژگون می‌کنیم و دَرِ آن را بر می‌داریم. آب وارد لوله می‌شود و جای اکسیژن جذب شده را می‌گیرد. لوله را دوباره می‌بندیم و آن را از تشتک بیرون



می‌آوریم. حجم جدید بالای محلول را می‌خوانیم. فرض می‌کنیم حجم جدید مساوی V' سانتیمتر مکعب باشد. آزمایش نشان می‌دهد که $\frac{V'}{V}$ = ۰/۷۹ است، یعنی ۲۱٪ حجم هوا اکسیژن و ۷۹٪ آن نیتروژن است.

گازهای دیگر موجود در هواــ اگر جسم سردی را از یخچال خارج کنیم مشاهده می‌کنیم که روی آن شبنم تشکیل می‌شود. بخار آب موجود در هوا در تماس با جسم سرد به مایع تبدیل می‌شود و شبنم تولید می‌کند. مقدار بخار آب در هوا بر حسب زمان و مکان تغییر می‌کند. مقدار بخار آب در هوای گرم و مرطوب بیشتر و در هوای سرد و خشک کمتر است.

اگر مقداری آب آهک را در برابر هوا قرار دهیم، روی آن لایهٔ سفید رنگی به وجود می‌آید. این لایه کربنات کلسیم است و معلوم می‌شود که در هوا دی اکسید کربن وجوددارد که با آهک تولید کربنات کلسیم می‌کند. نسبت دی اکسید کربن در

هوا ۰/۰۰۰۳ تا ۰/۰۰۰۴ است. درهوای شهرهای بزرگ دی‌اکسید کربن بیشتراز دشتها وجنگلهاست، ولی جریانهای هوایی یعنی باد دائما" جو را بههم می‌زند و نسبت گازها را در هوا به صورت یکنواخت در می‌آورد.

در هوا مقداری از گازهای بی‌اثر مانند آرگن Ar و هلیم He و نئون Ne و کریپتون Kr و گزنون Xe وجود دارد. این گازها مجموعا" حدود یک در صد هوا را تشکیل می‌دهند. مولکولهای این گازها یک اتمی است.

در هوا همچنین مقداری گرد و غبارو گازهای سولفید ئیدروژن، اکسیدهای نیتروژن، آمونیاک وجود دارد. نزدیک کارخانه‌ها گازهای دیگر نیز ممکن است یافت شود. بعضی از این گاز ها برای سلامتی انسان زیان آورند وگیاهان رانابودمی‌کنند. بنگاههای صنعتی بایدبرای سالم‌نگه داشتن محیط زیست اجازه ندهندگازهای زیان آور وارد هوا شود و برای جلوگیری از ورود آنها به جو باید از صافیهای جذب کننده استفاده کنند. به‌طورمتوسط مقدار درصد حجمی مهمترین گازهایی که در هوای خشک وجود دارد به قرار زیر است:

نیتروژن	۷۸
اکسیژن	۲۱
گازهای بی اثر	۰/۹۴
دی اکسید کربن	۰/۰۳
سایرگازها	۰/۰۳

باید دانست که هوای اطراف زمین مانند پوششی موجودات زنده را از تابشهای کیهانی محافظت می‌کند. این تابشها دارای انرژی بسیار زیادند و برای جانداران خطرناکند ولی بر اثر برخورد با جو فقط حدود یک درصد آنها به زمین می‌رسد و بقیه جذب می‌شوند.

تمرین

۱ ــ مواد ساده و مرکب موجود در هوا کدام است؟

۲ ــ در بارهٔ گازهای بی اثر چه می‌دانید؟

۳ ــ چه شرایطی لازم است تا ماده شروع به سوختن کند و به سوختن ادامه دهد؟

۴ ــ چگونه می‌توان آتش را خاموش کرد؟

۵ ــ چه نوع سوختی را در منزل به کار می‌برید و از چه دستگاهی برای سوختن سوخت استفاده‌می‌کنید؟ تحقیق کنید آیا درسوختن سوخت آب نیز تشکیل می‌شود یا نه؟

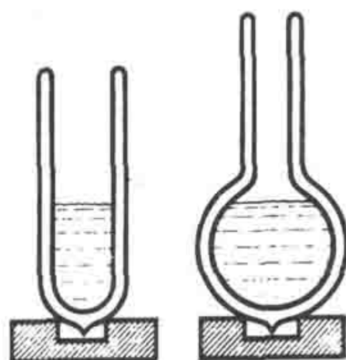
۶ ــ به وسیلهٔ چه آزمایشی می‌توان نسبت حجمی اکسیژن و نیتروژن را در هوا اندازه گرفت؟ یک گاز دیگر را که در هوا وجود دارد نام ببرید و معلوم کنید چگونه می‌توان وجود آن را درهواثابت کرد.

۷ ــ چه شرایطی‌لازم است تا آهن درهوا زنگ بزند؟

۲ــ اکسیژن

تهیهٔ اکسیژن ــ در صنعت اکسیژن را از هوای مایع به دست می‌آورند. برای تهیهٔ هوای مایع هوا را تحت فشار ۲۰۰ جو قرار می‌دهند و سپس با کاهش ناگهانی فشار، آن را سرد می‌کنند. این عمل را چند بار تکرار می‌کنند تا درجهٔ حرارت به $-200^{\circ}C$ برسد. در این شرایط هوا مایع می‌شود. هوای مایع رادرون ظرفهای دوجداره که بین دو جدار آن خلاء است، نگهداری می‌کنند.

به وسیلهٔ تقطیر هوای مایع می‌توان اکسیژن



را از نیتروژن جدا کرد. زیرا نقطهٔ جوش نیتروژن $-196\,^{\circ}C$ و نقطهٔ جوش اکسیژن $-183\,^{\circ}C$ است.

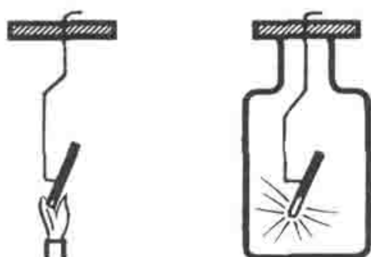
در صنعت اکسیژن را از تجزیهٔ الکتریکی آب نیز به دست می‌آورند.

برای تهیهٔ اکسیژن در آزمایشگاه مخلوط کلرات پتاسیم و دی اکسید منگنز را در بالونی حرارت می‌دهند. وجود یک لولهٔ اطمینان در بالای بالون از ازدیاد فشار و ایجاد انفجار جلوگیری میکند (شکل زیر).

اندازه‌گیریهای دقیق نشان می‌دهد که دی‌اکسید منگنز در آخر آزمایش بدون تغییر باقی می‌ماند. حضور دی اکسید منگنز باعث سهولت انجام واکنش می‌گردد.

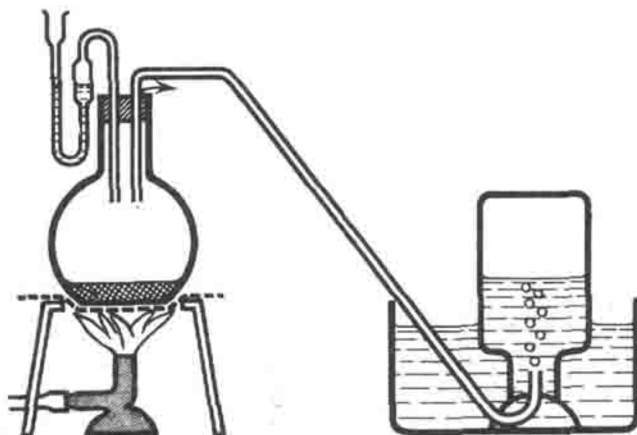
موادی که سرعت واکنشهای شیمیایی را تغییر می‌دهند ولی خود به مصرف نمی‌رسند، کاتالیزور نامیده می‌شوند. دی اکسید منگنز کاتالیزوری است که واکنش تجزیهٔ کلرات پتاسیم را تند تر می‌کند.

خواص اکسیژن ــ آزمایش ۱ ــ در یک ظرف پر از اکسیژن تکه‌ای زغال چوب که نوک آن را قبلاً سرخ‌کرده‌اید ،وارد کنید. چه مشاهده می‌کنید؟ زغال در هوا بهتر می‌سوزد یا در اکسیژن خالص؟ چرا؟



آزمایش ۲ ــ در ظرف پر از اکسیژن یک تکه گوگرد شعله‌ور را وارد کنید. چه مشاهده می‌کنید؟ کمی آب در ظرف بریزید و آن را تکان دهید یک قطرهٔ محلول تورنسل آبی به آن اضافه کنید، به چه رنگ در می‌آید؟

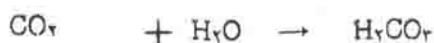
آزمایش ۳ ــ یک نوار منیزیم را شعله‌ور کرده



در یک ظرف پر از اکسیژن وارد کنید. چه مشاهده می‌کنید؟ کمی آب در ظرف بریزید و آن را تکان دهید تامقداری از گرد حاصل از سوختن منیزیم در آب حل شود. یک قطرهٔ محلول تورنسل قرمز را وارداین محلول کنید. محلول به‌چه رنگ درمی‌آید؟

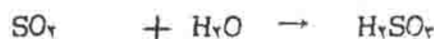
اکسیدها ـ ترکیب عناصر را با اکسیژن اکسید می‌نامیم

اغلب اکسیدهای غیرفلزات مانند دی‌اکسید کربن، دی اکسید گوگرد، تری اکسید گوگرد با آب ترکیب می‌شوند و تولید اسید می‌کنند. به این نوع اکسیدها اکسید اسید نام داده‌اند.



$$CO_2 + H_2O \rightarrow H_2CO_3$$

دی‌اکسید کربن — اسید کربنیک



$$SO_2 + H_2O \rightarrow H_2SO_3$$

دی اکسید گوگرد — اسید سولفورو



$$SO_3 + H_2O \rightarrow H_2SO_4$$

تری اکسید گوگرد — اسید سولفوریک

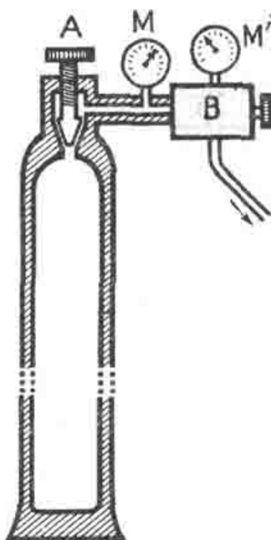
اکسیدهایی که در واکنش با اسیدها نمک و آب تولید می‌کنند،اکسیدهای بازی نامیده‌می‌شوند این نام را از آن جهت به این اکسیدها داده اند که هر اکسید بازی با یک باز مطابقت دارد.

اکسیدسدیم	Na_2O	ئیدروکسیدسدیم	$NaOH$
اکسیدمنیزیم	MgO	ئیدروکسیدمنیزیم	$Mg(OH)_2$
اکسیدکلسیم	CaO	ئیدروکسیدکلسیم	$Ca(OH)_2$

تمرین ـ معادله واکنش اکسیدهای بالا را با آب بنویسید.

اکسید شدن کند و سوختن ـ دیدیم که اگر برادهٔ آهن در جای مرطوب قرار گیرد زنگ می‌زند. زنگ آهن همان اکسید آهن Fe_2O_3 است.

چون این واکنش به کندی صورت می‌گیرد گرمای حاصل هیچ تغییر محسوسی در دما پدید نمی‌آورد ودرنتیجه نورنیزتولید نمی‌شود. می‌گوییم

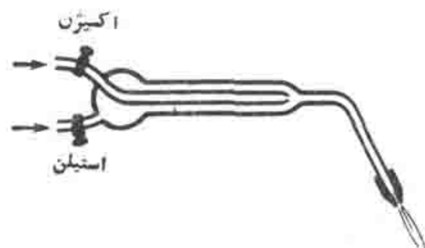


که این‌اکسید شدن کند است. اما وقتی که منیزیم می‌سوزد، گرما و نور تولید می‌شود. هرگاه اکسید شدن به اندازه‌ای تند صورت گیرد که گرما ونور پدید آید، آن را سوختن یا احتراق می‌نامیم.

در بدن ما نیز مواد به وسیلهٔ اکسیژنی که‌از هوا می‌گیریم دائما" اکسید می‌شوند. اکسیژن هوا از راه ششها وارد خون می‌شود. خون اکسیژن را به سلولها می‌رساند. غذا در درون سلولها به وسیلهٔ اکسیژن، اکسید می‌شود. از اکسید شدن غذا آب و دی‌اکسید کربن به‌وجود می‌آید وانرژی‌آزادمی‌شود. انرژی‌آزادشده فعالیت حیاتی‌بدن‌ما راحفظ می‌کند.

اگر روی لیوانی تمیز و سرد بدمیم یک لایه رطوبت روی آن تشکیل می‌شودکه نشان می‌دهد در گازهای حاصل از تنفس بخار آب وجود دارد. نیز اگر به کمک یک لوله در آب آهک بدمیم رنگ آن شیری می‌شود. کدر شدن آب آهک نشان می‌دهد که در این گازها دی اکسید کربن وجود دارد.

اکسیژن را در ظرفهای فولادی قطور تحت فشار ۱۲۰ جو نگهداری و منتقل می‌کنند. در شکل بالا یک ظرف محتوی اکسیژن دیده می‌شود. پیچ A



برای باز کردن ظرف است. فشار سنج M فشاردرون ظرف رانشان می‌دهد. فضای B برای کم کردن فشار اکسیژنی است که‌خارج می‌شود وفشار گاز رابه هنگام خروج به دو اتمسفر می‌رساند. فشارسنج ´M فشارگاز اکسیژن را به هنگام خروج نشان می‌دهد.

از احتراق گاز سوختنی (مانند‌استیلن C_2H_2) در اکسیژن، برای جوش دادن یا بریدن فلزات استفاده می‌کنند. شکل بالا طرح دستگاه‌جوشکاری اکسیژن ـ استیلن را نشان می‌دهد.

ماسکهای اکسیژن باذخیرهٔ اکسیژن در ظرفهای فولادی را در معادن و در جاهایی که هوا به علت کمبوداکسیژن غیرقابل تنفس می‌شود، به‌کارمی‌برند. فضانوردان درارتفاع زیاد، جایی که هوا رقیق است وقابل تنفس نیست ازماسک اکسیژن استفاده‌می‌کنند. چادرهای اکسیژن در بیمارستانها برای بیمارانی که به سختی تنفس می‌کنند، به کار می‌رود. با افزودن اکسیژن به هوا می‌توان به دمای بیشتر دست یافت. به همین جهت در بعضی صنایع مانند ذوب آهن اکسیژن راباهوا مخلوط می‌کنند و وارد کوره می‌کنند.

تمرین

۱ ــ چرا سوختن درهوا کندتر از سوختن در اکسیژن خالص است؟ دمای شعله درهوا بیشتراست یا در اکسیژن خالص؟ چرا؟

۲ ــ از سوختن فسفر، زغال، گوگرد و منیزیم دراکسیژن چه موادی به دست می‌آید؟ این‌واکنشها از چه نوع واکنشی هستند؟

معادلهٔ واکنشهای انجام یافته را بنویسید.

۳ــ نام و فرمول یک اکسید گازی و یک اکسید مایع و یک اکسید جامد را بنویسید.

۴ ــ گازبی رنگ A در یک ظرف پر از اکسیژن به خوبی می‌سوزد و مادهٔ B را به وجود می‌آورد. مادهٔ B می‌تواند با اکسید کلسیم ترکیب شود و مادهٔ C را تولید کند. مادهٔ C رنگ تورنسل سرخ رنگ را آبی می‌کند. A ، B ، C را مشخص کنید.

۵ــ از سوختن ۱/۶ گرم گوگرد چه حجم گاز در شرایط متعارفی پدید می‌آید؟

۶ــ اولا" برای تهیه ۸/۰ گرم اکسید منیزیم چه مقدار منیزیم را بایددر اکسیژن خالص سوزاند؟ ثانیا" در این عمل چه حجم اکسیژن در شرایط متعارفی مصرف میشود؟ ثالثا" مقدار درصد وزنی عنصرهارا در اکسید حاصل حساب کنید.

۷ــ مقدار درصدعنصرها در یکی از اکسیدهای گوگرد به قرار زیر است:

گوگرد = ۴۰٪ ، اکسیژن = ۶۰٪ ، ساده‌ترین فرمول ممکن را برای این اکسید پیشنهاد کنید.

۸ــ مقدار درصد عنصرها را در H_2SO_4 حساب کنید.

۹ــ مقدار درصد عنصرها در سولفات‌مس بدون آب به قرار زیر است:

مس = ۴۰٪ ، گوگرد = ۲۰٪ و بقیه آن را اکسیژن تشکیل می‌دهد. ساده ترین فرمول ممکن را برای این ترکیب پیدا کنید.

۱۰ــ از حرارت دادن ۵ گرم کلرات پتاسیم ۶۷۲ میلی‌لیتر اکسیژن در شرایط متعارفی به دست می‌آید. تعیین‌کنیدچند درصدکلرات پتاسیم‌تجزیه شده است.

۱۱ــ از تجزیهٔ ۲۱/۷ گرم اکسید جیوه ۱/۲۸ گرم اکسیژن به دست می‌آید. چند درصد اکسید جیوه تجزیه شده است؟

فصل ۶

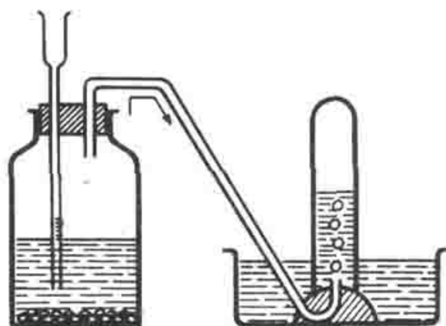
ئیدروژن . آب . محلولها

۱ـ ئیدروژن

تهیهٔ ئیدروژن ـ آزمایش ۱ ـ در یک شیشهٔ دو دهانه ، مطابق شکل مقداری روی یا برادهٔ آهن بریزید و به کمک قیف اسید کلریدریک رقیق به آن اضافه کنید. انتهای قیف باید درون مایع باشد . ضمناً سعی کنید دستگاه را از شعله دورنگه دارید. مدتی صبر کنید تا هوای درون ظرف خارج شود . سپس لوله‌ای پرازآب راروی لولهٔ خروج گاز واژگون کنید .

حبابهای گاز کجا به وجود می‌آید ؟چند قطره ازمحلول حاصل را روی یک صفحهٔ شیشه‌ای بریزید وآن را آهسته گرم کنید تا بخار شود . روی صفحهٔ شیشه‌ای چه باقی می‌ماند ؟چه موادی از واکنش روی و اسید کلریدریک تشکیل می‌شوند ؟

تمرین ـ واکنشهای انجام شده را بنویسید .



آزمایش ۲ـ لوله‌ای که دیوارهٔآن ضخیم است و هر دو سر آن باز است ، بگیرید . یک سر آن را کمی در آب فرو برید . یک تکهٔ کوچک سدیم (به اندازه یکدانه عدس) را از دهانهٔ باز آن رها کنید . از تأثیر سدیم بر آب گاز ئیدروژن حاصل می‌شود . شعلهٔ کبریت را به دهانهٔ لوله نزدیک کنید . چه مشاهده می‌کنید؟ شعلهٔ سوختن ئیدروژن در بالای لوله چه رنگی دارد ؟

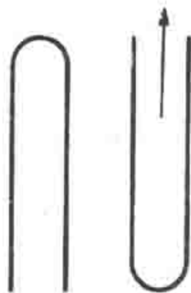
تمرین ـ واکنشهای انجام شده را بنویسید .



درصنعت ئیدروژن را از تجزیهٔ آب به‌وسیلهٔ جریان برق و نیز از تجزیهٔ متان تهیه می‌کنند .

خواص ئیدروژن ـ ئیدروژن گازی است بی‌رنگ ، بی مزه ، بی‌بو . ئیدروژن سبکترین گازهاست .

آزمایش۱ ـ دو لولهٔ آزمایش را از ئیدروژن



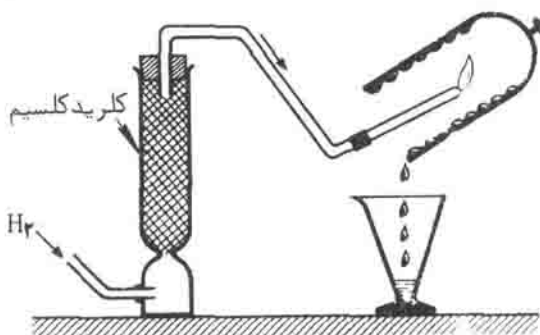
پر کنید و آنها را به طور قائم طوری نگه دارید که دهانهٔ بازآنها یکی به طرف بالا و دیگری به طرف پایین باشد. سپس شعله را به دهانهٔ لوله‌ها نزدیک کنید. چه مشاهده می‌کنید؟ در کدام یک از لوله‌ها ئیدروژن باقی نمی‌ماند؟ چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟

آزمایش ۲ ــ یک لولهٔ آزمایش را از ئیدروژن پرکنید و دهانهٔ باز آن را با یک کاغذ خشک کن و یا کاغذ صافی مرطوب بپوشانید. یک چوب کبریت شعله‌ور رابه‌دهانهٔ آن نزدیک کنید. چه‌روی‌می‌دهد؟



ئیدروژن در اکسیژن می‌سوزد و تولید آب می‌کند. این واکنش به روشهای گوناگون اجرامی‌شود مثلاً جرقهٔ الکتریک موجب ترکیب دو گاز می‌شود. می‌توان به روش زیر ئیدروژن را به طور مداوم سوزاند.

دستگاه تولید ئیدروژن را مطابق شکل به لولهٔ محتوی کلرید کلسیم متصل می‌کنیم تا ئیدروژن خشک از انتهای لوله خارج شود. حال اگر شعلهٔ کبریت را به انتهای لوله نزدیک کنیم ئیدروژن می‌سوزد وتولید آب می‌کند. (این آزمایش خطرناک است و باید صبر کرد تا جریان ئیدروژن تمام‌هوای لوله راخارج کند والا انفجار روی می‌دهد). واکنش سوختن ئیدروژن با آزاد شدن مقداری زیاد گرما همراه است. شعلهٔ سوختن ئیدروژن چیزی جزبخار آب داغ نیست.



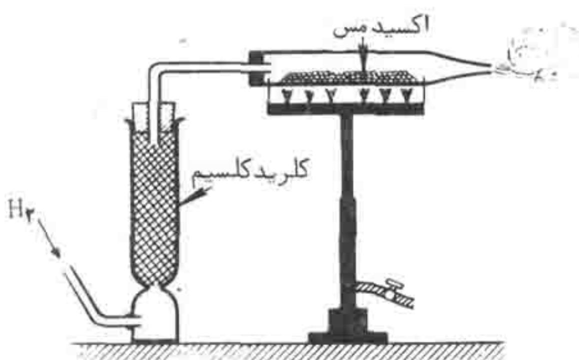
ئیدروژن نه تنها با اکسیژن آزاد ترکیب می‌شود بلکه می‌تواند اکسیژن را از اکسیدهای سایر عناصر نیز بگیرد. مثلاً ئیدروژن می‌تواند اکسید مس سیاه رنگ (CuO) را به مس قرمز رنگ (Cu) تبدیل کند. واکنش را می‌توان با معادله نشان‌داد



$$CuO + H_2 \rightarrow Cu + H_2O$$

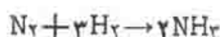
به‌این ترتیب ازاکسید مس، مس‌آزادبه‌دست می‌آید. در این مورد می‌گویند که مس احیا شده است و ئیدروژن احیا کننده است. برای احیای مس جریان ئیدروژن خشک را ازروی اکسیدمس گرم‌عبور می‌دهند.

در صنایع غذایی ئیدروژن را برای تبدیل روغنهای نباتی مایع به روغنهای جامد به کار می‌برند. روغنهای نباتی که از دانه‌های روغنی به دست می‌آیند مایعند و در هوا زود فاسد می‌شوند. آنها را در فشار و در مجاورت کاتالیزور نیکل با ئیدروژن ترکیب می‌کنند. در نتیجه روغنی به‌دست



می‌آیدکه دارای نقطهٔ ذوب بالاتری‌است‌ونگهداری آنها آسانتر است .

در صنایع شیمیایی ئیدروژن را برای تهیهٔ آمونیاک به کار می‌برند


$$N_2 + 3H_2 \rightarrow 2NH_3$$

ئیدروژن را برای پر کردن بالونها به منظور تحقیقات جوی نیز به کار می‌برند .

تمرین

۱ ــ ئیدروژن ازنظر خواص فیزیکی با اکسیژن چه تفاوتهایی دارد ؟

۲ ــ الف ــ چگونه می‌توان ئیدروژن را ازیک ظرف به ظرفی دیگر "ریخت" ؟ ب ــ چگونه‌می‌توان ثابت کرد که ئیدروژن در ظرف اول نیست و در ظرف دوم هست ؟

۳ ــ به‌چه طریق می‌توان ئیدروژن رادرظرفی جمع کرد ؟

۴ ــ خواص شیمیایی ئیدروژن را بیان کنید .

۵ ــ سه ظرف پر از گاز موجود است . در یکی ازآنها هوا ،در دیگری اکسیژن و در سومی ئیدروژن وجود دارد. چگونه می‌توان فهمید که در هر ظرف چه گازی وجود دارد ؟

۶ ــ برای تهیهٔ ۲ لیتر ئیدروژن ازتأثیرروی بر اسید سولفوریک . چند گرم روی به کار می‌رود ؟

۷ ــ ازتأثیر ۲۳ میلیگرم سدیم برآب چه حجم گاز ئیدروژن تولید می‌شود ؟

۸ ــ برای تهیهٔ ۱ گرم ئیدروژن از اسید کلریدریک ، کدام‌یک ازفلزات‌منیزیم ، یا آلومینیم، کمتر به کار می‌رود ؟

۹ ــ کلسیم مانند سدیم برآب اثر می‌کند و ئیدروژن آزاد می‌شود. معادلهٔ واکنش را بنویسید.

۲ــ آب

آب در طبیعت . تهیهٔ آب خالص ــ فراوان‌ترین ترکیب ئیدروژن در طبیعت اکسید آن یعنی آب H_2Oاست .آب همه جا یافت می‌شود .آب به حالت مایع فرو رفتگیهای سطح کرهٔ زمین را پر می‌کند و اقیانوسها و دریاها را به وجود می‌آورد. آب به حالت جامد(برف و یخ) نواحی قطبی و قله‌های کوههای بلند را می‌پوشاند. بخار آب نامرئی‌همیشه درهوا یافت می‌شود. بخارآب با تبدیل به‌قطره‌های بسیار کوچک ،ابر را به وجود می‌آورد و از ابرباران می‌بارد .آب باران خاک را مرطوب می‌کند و جویها و رودخانه‌ها را پر می‌کند. آب با نفوذ در خاک موادحل شدنی آن را حل می‌کند و با خود می‌برد. به همین‌جهت‌آب طبیعی همیشه‌دارای‌ناخالصیهای گوناگون است . موادی که در هوای مرطوب قرار دارند بخار آب را در سطح خود جذب می‌کنند. آبی که در سطح مواد نگهداری می‌شود یا با گازها همراه است ، نم (رطوبت) نامیده می‌شود. موادی که میل زیاده از حد در جذب نم دارند ، نمگیر(جاذب رطوبت) نامیده می‌شوند. مواد نمگیر عمده عبارتند از اسید سولفوریک غلیظ، کلرید کلسیم ، انیدرید فسفریک ، سود ، پتاس. این مواد نم را به شدت جذب می‌کنند و به همین جهت به عنوان خشک کننده‌های خوب در آزمایشگاه به کار می‌روند .

مقداری کلرید کلسیم را درظرفی در باز قرار دهید . پس از چند ساعت و سپس پس از یک روز نتیجهٔ آزمایش را مشاهده کنید. آیا کلرید کلسیم اولیه به حال خود باقی است ؟ آزمایش را در یک روز آفتابی و سپس در یک روز ابری در هوای آزاد انجام دهید. چه نتیجه‌ای می‌گیرید ؟

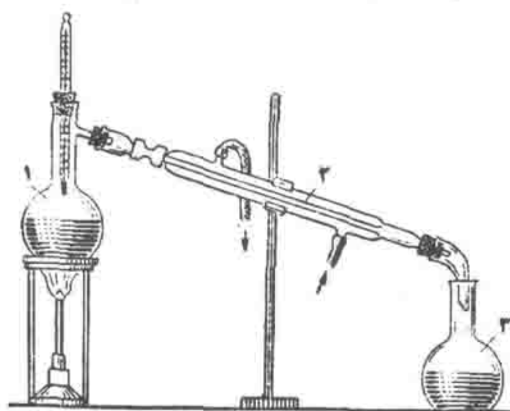
برای خشک کردن گاز معمولا" آن را از ظرف

محتوی مادهٔ نمگیر عبور می‌دهند. اما باید درنظر داشت که مادهٔ نمگیر بر گاز اثر شیمیایی نداشته باشد. مثلا" سود و پتاس را نمی‌توان برای خشک کردن ماده‌ای که خاصیت اسیدی دارد به کار برد.

احتمالا" دیده‌اید که در برخی از شیشه‌های دارو، ذرات جامد سفید رنگی در کیسه‌های کوچک یا در درپوش آنها وجود دارد. این ذرات جامد سفید رنگ، یک ماده نمگیر است که بخار آب محیط را می‌گیرد و مانع از تأثیر آن بر قرصها و سایر مواد دارویی و فاسد شدن آنها می‌گردد.

می‌دانید که آب طبیعی ناخالص است. ناخالصیهای آب ممکن است به صورت محلول یا نامحلول درآن باشد. ناخالصیهای نامحلول در آب را با عبور آب از مواد متخلخل جدا می‌کنند. شن، زغال، پنبه وکاغذ صافی به عنوان صافی در تصفیهٔ آب به کار می‌روند. در مراکز تصفیهٔ آب، آب را از لایه‌های شن عبور می‌دهند.

ناخالصیهای محلول در آب را نمی‌توان با صافی از آن جدا کرد. برای جدا کردن این ناخالصیها از آب معمولا" آن را تقطیر می‌کنند. دستگاهی که در آزمایشگاه برای تقطیر آب به کار



دستگاه تقطیر آب

می‌رود در شکل نشان داده شده است. این دستگاه از سه قسمت تشکیل یافته است.

پرسش ــ نام قسمتهای مختلف دستگاه تقطیر را روی شکل بنویسید.

تقطیر آب تحت تأثیر گرمای خورشید دائما" در طبیعت صورت می‌گیرد و به این ترتیب آب باران، خالص ترین نوع آب در طبیعت تشکیل می‌شود.

آب مایعی بی‌رنگ (درلایه‌های ضخیم، آبی)، سیال، بی‌مزه و بی بوست، در ۱۰۰°C (در فشار یک جو) می‌جوشد و در صفر درجه یخ می‌بندد. وزن حجمی آن در ۴°C به عنوان واحدپذیرفته شده است.

الکترولیز آب ــ آب ترکیبی است از ئیدروژن و اکسیژن. اجزای تشکیل دهندهٔ آب را می‌توان از راه تجزیهٔ آن به وسیلهٔ جریان برق معین کرد. تجزیهٔ مواد به وسیلهٔ جریان برق را الکترولیز می‌نامند.

الکترولیز آب در ظرفی به نام ولتامتر انجام می‌شود. ته ظرف از پارافین پوشیده شده است که به عنوان عایق به کار می‌رود. دو میلهٔ فلزی که از پارافین عبورمی‌کنند جریان برق راهدایت می‌کنند. این میله‌ها را الکترود می‌نامند. جنس این الکترودها معمولا" از پلاتین است.

الکترودها به دو قطب یک مولد الکتریکی متصل هستند. الکترودی را که به قطب مثبت مولد مربوط است آند و الکترودی را که به قطب منفی مولد مربوط است کاتد می‌نامند.

یک لامپ در مدار قرار گرفته است تا هنگامی

که جریان برق عبورمی‌کند روشن شود وعبورجریان رانشان دهد. یک کلید جریان برق را در مدار قطع و وصل می‌کند.

برای الکترولیز آب مقداری آب‌مقطر در ولتا- متر می‌ریزند و کلید مدار را می‌زنند تا مداربسته شود. اما جریان عبورنمی‌کند. سپس مقداری محلول سود به آب مقطرمی‌افزایند وبه هم می‌زنند، جریان عبور می‌کند و لامپ روشن می‌شود. حبابهای گاز روی الکترودها ظاهر می‌شود. گازها زیر لوله‌های‌پر ازآب روی الکترودها جمع می‌شوند. آزمایش نشان می‌دهد که مقدار سود تغییر نمی‌کند، یعنی این دو گاز از تجزیهٔ آب به دست می‌آیند. حجم گاز در کاتد دو برابر حجم گاز در آند است.

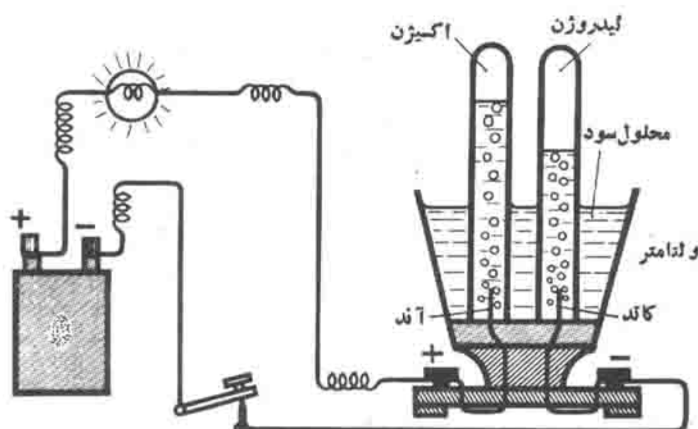
گازهایی که در لوله‌ها جمع می‌شوند، یکسان نیستند. در آند گازی بی رنگ به دست می‌آید. چوب کبریتی که تازه خاموش شده و هنوز سرخی‌آن از بین نرفته است، درآن گاز شعله‌ور می‌گردد. این گاز اکسیژن است.

در کاتد گازی بی رنگ به دست می‌آید که در مجاورت هوا به کمک شعله می‌سوزد و انفجارکوچکی تولید می‌کند. این گاز ئیدروژن است.

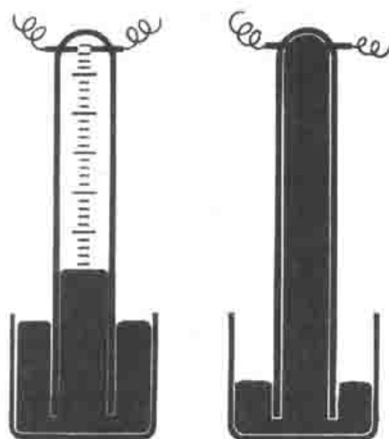
اکسیژن و ئیدروژن را که از الکترولیز آب به دست می‌آید، می‌توان با هم ترکیب کرد وآب به وجود آورد. آزمایش ترکیب را در دستگاهی به نام آب سنج انجام می‌دهند. این دستگاه از یک لولهٔ کلفت تشکیل شده است که درآن دو میلهٔ فلزی برای عبورجریان و ایجاد جرقه قرار داده‌اند. این لوله را بر روی تشتک پر از جیوه واژگون می‌کنند.

برای انجام آزمایش، ۱۰ میلی‌لیتر اکسیژن‌و ۲۰ میلی لیتر ئیدروژن وارد آب سنج می‌کنند و جریان برق را برقرار می‌کنند. در نتیجه انفجارروی می‌دهد. پس از سرد شدن لوله، جیوه درآن بالا می‌رود و گاز ها ناپدید می‌شوند. در این عمل دو گاز اکسیژن و ئیدروژن با هم ترکیب می‌شوند وآب تشکیل می‌دهند. آب به صورت قطره‌هایی بر جدار لوله می‌نشیند.

بنا بر این در واکنش تشکیل آب دو حجم ئیدروژن ویک حجم اکسیژن شرکت می‌کنند. واکنش تشکیل مادهٔ مرکب از راه ترکیب مواد ساده تر را سنتزمی‌نامند. درآب سنج سنتز آب به عمل‌می‌آید.



نوعی دستگاه ولتامتر برای تجزیه آب



آب‌سنج

تجزیهٔ ماده به منظور تعیین اجزای تشکیل دهندهٔ آن را آنالیز می‌نامند. در ولتامتر آنالیز آب صورت می‌گیرد.

با دانستن این که از تجزیه آب ۲ حجم ئیدروژن و یک حجم اکسیژن به دست می‌آیند ودر سنتزآن نیزهمین‌گازهاو به‌همین‌نسبت‌حجمی مصرف می‌شوند، می‌توان نسبت وزنی این دو عنصر را در آب حساب کرد. فرض کنیم که در تجزیهٔ آب یک لیتر اکسیژن و دو لیتر ئیدروژن آزاد شده است. یک لیتر ئیدروژن ۰/۰۸۹ گرم و یک لیتر اکسیژن ۱/۴۲۹ گرم وزن دارد. در نتیجه نسبت وزنی اکسیژن به ئیدروژن ۱/۴۲۹ : ۰/۱۷۸ = ۸ : ۱ است. یعنی در تشکیل آب یک قسمت وزنی ئیدروژن و ۸ قسمت وزنی اکسیژن لازم است.

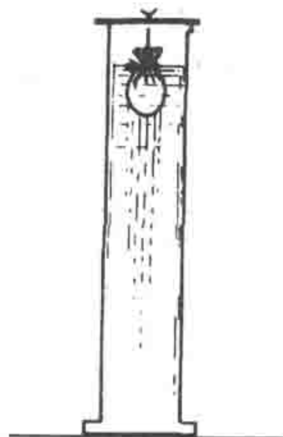
تمرین

۱ ــ آب آشامیدنی را چگونه تصفیه می‌کنند؟
۲ ــ تقطیرآب رابه‌چه منظور انجام‌می‌دهند؟
۳ ــ چگونه می‌توان ثابت کرد که آب از ئیدروژن و اکسیژن تشکیل شده است؟
۴ ــ در آب سنجی ۱۲ میلی‌لیتر ئیدروژن و ۱۲ میلی‌لیتر اکسیژن وارد کرده‌اند. پس از انفجار و سرد شدن دستگاه کدام گاز و به چه مقدار باقی می‌ماند؟
۵ ــ ازتأثیرمتقابل باریم با آب واکسیدباریم با آب، ئیدروکسید باریم تشکیل می‌شود. معادلهٔ این واکنشها را بنویسید وتوضیح دهید هر یک چه نوع‌واکنشی است.

۳ــ محلولها

در ظرفی که دارای آب مقطر است یک قاشق نمک می‌ریزیم وهم می‌زنیم. مشاهده می‌کنیم که‌نمک ناپدید می‌شود. مایع به دست آمده زلال است و حتی با میکروسکوپ نیز نمی‌توان وجود نمک را در آن تشخیص داد، ولی مزهٔ آن شور است و نشان می‌دهد که این آب خالص نیست ونمک درآن‌وجود دارد. بر حسب تعریف می‌گوییم که نمک درآب حل شده است.آب را حلال و مایع‌حاصل رامحلول نمک درآب می‌نامیم. با استفاده از معلوماتی که در بارهٔ ساختمان مواد پیدا کرده‌اید، می‌توان توضیح داد که حل شدن چگونه صورت می‌گیرد.

مقداری از بلورهای کات کبود را در ظرفی می‌ریزیم و به‌آن آب مقطر اضافه می‌کنیم. پس‌از مدتی مشاهده می‌کنیم که‌آب در اطراف بلورهای کات کبود به رنگ آبی در می‌آید. مولکولهای آب که دائماً" در حال حرکت هستند، ذرات کات کبود را از بلورهای آن جدا می‌کنند. این عمل گرچه در شرایط معمولی به کندی صورت می‌گیرد، اما در نتیجهٔ نهایی محلولی یکنواخت به دست می‌آید. آب ونمک یاقند دردمای‌اتاق‌محلول مایع‌می‌سازند. محلولهای جامد نیز وجود دارد که از ذوب کردن



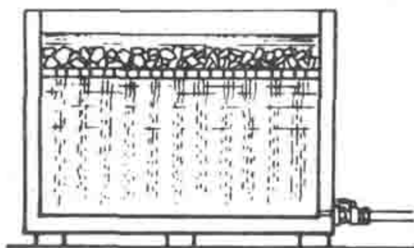
حل شدن کات کبود در آب

مخلوط دو یا چند فلز به دست می‌آید . مثال آن آلیاژ برنج است که شامل دوفلزمس وروی می‌باشد . بنابراین آلیاژها را می‌توان محلولهای جامد دانست . مخلوط گازها ، محلول گازی را تشکیل می‌دهند . هوا محلول اکسیژن و بعضی گازهای دیگر در نیتروژن است (نیتروژن در هوا بیشتر از گازهای دیگر است و بنابراین می‌توان آن را حلال بحساب آورد). محلولهای مایع اهمیت عملی بیشتر دارند . محلولها ممکن است آبی (محلول مادهٔ حل شدنی درآب) یا غیرآبی باشند . ازحلالهای غیر آبی مهم می‌توان الکل ، تترا کلرید کربن و استن ، را نام برد .

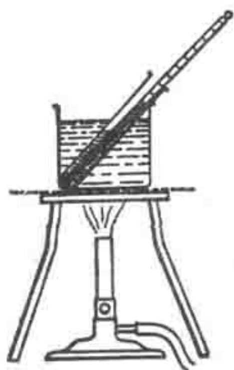
سرعت حل شدن مواد جامد را می‌توان افزایش داد. مثلا" در آزمایش حل کردن کات کبود درآب اگربه آن گرما دهیم یا آن راهم بزنیم، کات کبود زودتردرآب حل می‌شود. اندازهٔ ذرات جامد نیز در حل شدن مؤثر است . ذرات کوچکتر زودتر حل می‌شوند.

برای این که عمل حل شدن سریعتر صورت گیرد، می‌توان مادهٔ حل شدنی را در سطح حلال قرار داد. محلول حاصل در سطح مایع معمولا" از مایع خالص سنگین‌تر است وبه پایین سرازیر می‌شود. در نتیجه عمل حل شدن سریعتر صورت می‌گیرد . در صنعت از این طریقهٔ افزایش سرعت حل شدن استفاده می‌کنند. مثلا" تکه‌های نمک را روی شبکه‌ای قرار می‌دهند (شکل زیر) و آب که روی نمک را می‌پوشاند، دائما" محلولی یکنواخت می‌سازد.

اما باید دانست که حلالیت اکثرمواد محدود است. مثلا" محلول حاصل از حل شدن ۳۵/۹ گرم نمک طعام در ۱۰۰گرم آب در دمای $20^{\circ}C$ بیش از این نمک طعام را در خود حل نمی‌کند . این نوع محلول را سیر شده می‌نامند.



قابلیت حل شدن ــ مقداری از ماده (برحسب گرم) که در دمای معین در ۱۰۰ گرم حلال حل می‌شودو محلول سیر شده را به وجود می‌آورد، قابلیت حل شدن این ماده نامیده می‌شود. قابلیت حل شدن

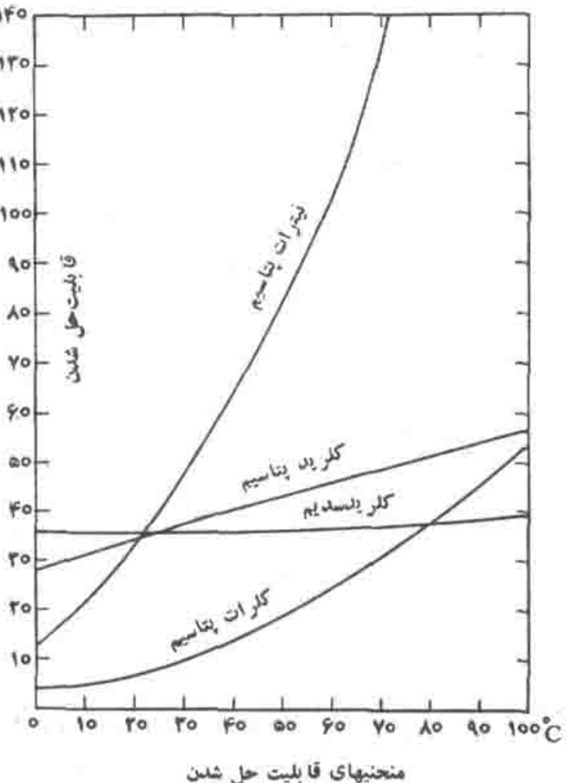


مواد بسیار متفاوت است. بعضی مواد آن قدر در آب کم حل می‌شوند که عملا" آنها را نامحلول به حساب می‌آورند. مثلا سولفات باریم.

معمولاً دما نیز در قابلیت حل شدن مؤثر است. مثلاً در C° ۲۰، ۳۲ گرم نیترات پتاسیم و در C° ۷۰، ۱۴۰ گرم از این نمک در ۱۰۰ گرم آب حل می‌شود.

بنابراین هرگاه محلول سیرشده‌ای را سرد کنیم مقداری از نمک ته‌نشین می‌شود.

شکل زیر منحنیهای قابلیت حل شدن بعضی نمکها را در آب نشان می‌دهد.



منحنیهای قابلیت حل شدن

برای تشکیل منحنی قابلیت حل شدن هر ماده ابتدا قابلیت حل شدن مادهٔ مورد نظر را در دماهای متفاوت از راه آزمایش تعیین می‌کنند و سپس معلومات به دست آمده را روی نمودار منتقل می‌کنند. دما را روی محورافقی و قابلیت‌حل‌شدن را روی محور قائم می‌برند.

تمرین ـ قابلیت حل شدن کلرید پتاسیم و نیترات پتاسیم رادر ۳۰ درجه و ۴۵ درجه سانتیگراد با استفاده از نمودار ستون قبل به‌طور تقریبی معین کنید.

قابلیت حل شدن اکثر مواد جامد در آب با افزایش دما زیاد می‌شود و در نتیجه منحنی‌قابلیت حل‌شدن به طرف بالا می‌رود. درمورد بعضی‌از مواد مانند ئیدروکسیدکلسیم وسولفات‌کلسیم، منحنیهای قابلیت حل شدن به طرف پایین می‌آید، یعنی قابلیت حل شدن این مواد در آب با افزایش دما کاهش می‌یابد.

بعضی از مایعات مانندالکل معمولی‌وگلیسرین درآب حل می‌شوند (محلول مایع در مایع)، وبعضی دیگر مانند بنزین و روغنهای نباتی تقریبا" درآب حل نمی‌شوند.

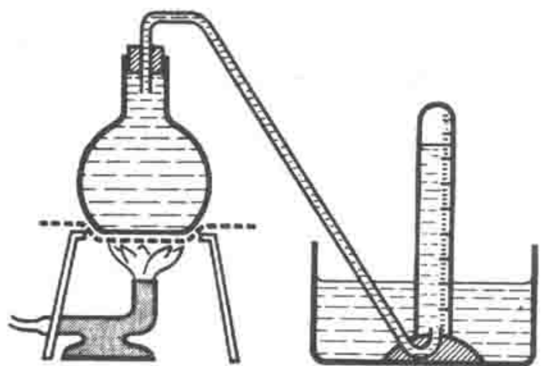
گازها نیز در آب حل می‌شوند. در لیوانی آب سرد بریزید و آن را روی میز داخل اتاق قرار دهید. پس از مدتی حبابهای گاز بر دیوارهٔ لیوان ظاهر می‌شوند. این حبابها از کجا پیدا شده‌اند؟ آیا آب لیوان گرمتر شده است؟

در بطری محتوی آب گازدار را بردارید، گاز به شدت خارج می‌شود. آیا خارج شدن گاز نتیجهٔ تغییر فشار است؟

حلالیت گازها معمولا" بر اثر افزایش فشار و کاهش دما افزایش می‌یابد. درآزمایشگاه برای تعیین

حجم گاز حل شده در مقداری معین از آب می‌توان به این ترتیب عمل کرد:

بالونی را از آب باران پر می‌کنیم و آن را مطابق شکل به لوله‌ای مدرج پراز آب باران وصل می‌کنیم. همان‌طورکه می‌بینید بالون، لولهٔ رابط و لولهٔ مدرج پر ازآب است. بالون‌راگرم می‌کنیم تاآب به جوش آید. مشاهده می‌کنیم که در بالای لولهٔ مدرج گاز جمع می‌شود. هنگامی که‌حجم گاز ثابت ماند، عمل گرما دادن را قطع می‌کنیم.



این آزمایش نشان می‌دهد که گاز درآب حل می‌شود وچون آب باران برای آزمایش انتخاب‌شده است می‌توان قبول کرد که قسمت اعظم گاز جمع شده هواست. ضمناً" می‌فهمیم که قابلیت حل شدن گازها در آب با افزایش دما کاهش می‌یابد. به‌کمک این آزمایش حجم هوای حل شده درآب را نیز می‌توان اندازه گرفت.

تمرین

۱ ــ چگونه می‌توان حل شدن مادهٔ جامد را درآب تسریع کرد؟

۲ــ قابلیت حل‌شدن، محلول‌سیر شده ومحلول سیر نشده چیست؟

۳ــ قابلیت‌حل‌شدن موادجامد با افزایش دما چگونه تغییر می‌کند؟ قابلیت حل شدن گاز با افزایش دما و با افزایش فشار چگونه تغییر می‌کند؟

۴ ــ در ۳۳۰ گرم محلول سیر شدهٔ نیترات پتاسیم در ۲۰°C، ۸۰ گرم از این نمک وجود دارد. قابلیت حل‌شدن نیترات‌پتاسیم رادر ۲۰°C حساب کنید.

۵ ــ قابلیت حل‌شدن سولفات مس در ۸۵°C برابر با ۶۰ گرم و در ۱۵°C برابر با ۱۸ گرم است. اگر ۱۲۰ گرم از محلول سیر شدهٔ سولفات مس در ۸۵°C را سرد کنیم تا دمای آن به ۱۵°C برسد، چه مقدار سولفات مس جدا می‌شود؟

۶ ــ قابلیت حل شدن نیترات پتاسیم در دماهای متفاوت در جدول زیر داده شده‌است:

دما	۲۰	۳۰	۴۰	۵۰	۶۰	۷۰	۸۰	۹۰
قابلیت حل‌شدن	۳۲	۴۶	۶۴	۸۶	۱۱۰	۱۳۸	۱۶۹	۲۰۲

منحنی‌قابلیت حل‌شدن نیترات پتاسیم رابر حسب دما رسم کنید.

۴ــ تبلور

دانستید که دما نیز در قابلیت حل شدن مؤثراست ومعمولاً" با افزایش دما قابلیت حل شدن نیز افزایش می‌یابد. حال اگر یک محلول سیر شده را سرد کنیم، چه روی می‌دهد؟

آزمایش زیر را انجام دهید تا پاسخ آن را بیابید.

در یک لولهٔ آزمایش محلولی سیر شده از نیترات پتاسیم در دمای معمولی تهیه کنید. سپس

مقداری دیگر از همین نمک به محلول اضافه کنید. چه می‌بینید؟

لوله را گرم کنید. چه روی می‌دهد؟ لوله را به ملایمت سرد کنید. مقدار اضافی نمک به صورت بلور ظاهر می‌شود. همین آزمایش را می‌توانید با کلرات پتاسیم، سولفات مس و کربنات سدیم انجام دهید.

بلورها را می‌توان به روش دیگر نیز به دست آورد. اگر محلول سیر شده‌ای را در مجاورت هوا قرار دهیم، حلال به تدریج بخار می‌شود و بقیهٔ محلول نمی‌تواند تمام مادهٔ حل شده را در خود نگه دارد و در نتیجه زیادی آن به صورت بلور از محلول جدا می‌شود. به این طریق می‌توان مثلاً بلورهای گوگرد را از محلول گوگرد در سولفیدکربن و بلورهای ید را از محلول الکلی آن به دست آورد. با استفاده از قابلیت حل شدن مواد نیز می‌توان بلورهای خالص را از مخلوط جدا کرد. به منحنی قابلیت حل شدن (صفحهٔ ۸۱) نگاه کنید. منحنیها نشان می‌دهند که در ۷۰°C، ۱۴۰ گرم نیترات پتاسیم و در ۲۰°C، ۳۲ گرم از آن در آب حل می‌شود. درصورتی که تفاوت قابلیت حل شدن کلرید سدیم درآب دراین دماها چندان زیاد نیست. پس اگر مثلاً مخلوطی از ۱۳۰ گرم نیترات پتاسیم و ۳۰ گرم کلرید سدیم را در ۱۰۰ گرم آب در ۷۰°C حل کنیم و سپس محلول را به دمای ۲۰°C برسانیم، ۹۸ گرم نیترات پتاسیم به صورت بلور جدا می‌شود، ولی کلرید سدیم به حالت محلول باقی می‌ماند.

باید دانست که آب درساختمان بعضی بلورها شرکت می‌کند و آن را آب تبلور می‌نامند. اگر به این نوع بلورها گرما دهیم، آب تبلور جدا می‌شود و بلورها شکل وگاهی رنگ خود را از دست می‌دهند.

آزمایش تحقیقی دربارهٔ آب تبلور

ابزار مورد نیاز: دستگاهی مطابق شکل، استوانهٔ مدرج، ترازو، دماسنج، کات کبود، آب مقطر.

یک لولهٔ آزمایش (شمارهٔ ۱) را به دقت وزن کنید و در آن مقداری در حدود ده گرم کات کبود بریزید و مجدداً وزن کنید. دستگاه را مطابق شکل سوار کنید و به ملایمت حرارت دهید. یک لولهٔ آزمایش دیگر (شمارهٔ ۲) را وزن کنید. بخارات تولید شده از لولهٔ آزمایش ۱ را در لولهٔ شمارهٔ ۲ که در یک ظرف آب سرد قرار گرفته است وارد کنید تا تدریجاً به مایع تبدیل شود. حرارت دادن را در حدود بیست دقیقه ادامه دهید. دستگاه را مجدداً وزن کنید. از وزن آن چقدر کاسته شده است؟ به نظر می‌رسد که این مقدار باید با وزن مایع تولید شده برابر باشد. فکر می‌کنید مایع حاصل چیست؟ اولین فرضی که به ذهن شما می‌رسد این است که این مایع آب است. برای اثبات صحت این فرض چه آزمایشی را پیشنهاد می‌کنید؟ ولی قبل از آن که روی این مایع آزمایشی انجام دهید، بجاست که وزن آن



$(m_1)=$ وزن لوله‌ٔ آزمایش(۱)
$(m_2)=$ وزن لوله‌ٔ آزمایش(۱)و کات‌کبود
$(m_2-m_1)=$ وزن کات کبود
$(m_3)=$ وزن لوله‌ٔ آزمایش(۲)
$(m_4)=$ وزن لوله‌ٔ آزمایش(۲)و مایع
$(m_4-m_3)=$ وزن مایع درون لوله

$(m_5)=$ وزن لوله‌ٔ آزمایش(۱)پس از حرارت دادن
$(m_2-m_5)=$ کمبود وزن کات‌کبود بر اثر حرارت
$(V_1)=$ حجم مایع درون لوله‌ٔ آزمایش(۲)
$\frac{m_4-m_3}{V_1}$ وزن حجمی مایع
- - - - - - - - - - - - - - - - - -
- - - - - - - - - - - - - - - - - -

را معین کنید. بنابراین لوله‌ٔ آزمایش ۲ و مایع درون آن را با هم وزن کنید. برای آن که استفاده از نتایج آزمایش آسان باشد و جستجوی نظام بهتر انجام گیرد. بهتر است که ثبت نتایج به‌صورتی انجام گیرد که درصورت لزوم بتوان آسانتر مطلب مورد نیاز را جستجو کرد. برای مثال در همین آزمایش برای‌ثبت‌نتایج دردفترچه‌ٔ آزمایشگاه خود، جدولی مطابق جدول بالا تنظیم کنید و نتایج به دست آمده را در آن ثبت کنید.

با توجه به نتایج ثبت شده‌ٔ بالا آیا کمبود وزن لوله‌ٔ آزمایش(۱) با وزن جمع‌آوری شده در لوله آزمایش(۲) با هم مساوی است؟

درصورتی که پاسخ منفی باشد، فکر می‌کنید چه عواملی باعث بروز این تفاوت شده باشد؟

حال به بررسی‌مایع‌تولیدشده بازمی‌گردیم.

برای اثبات صحت فرضیه‌ٔ آب بودن مایع حاصل آیا می‌شود از اندازه‌گیری دمای جوش یا انجماد آن‌استفاده کرد؟ از وزن حجمی آن چطور؟

برای اطمینان از درستی نتیجه‌گیری خود در یک دستگاه دیگر دمای جوش و دمای انجماد آب خالص را اندازه بگیرید. آیا نقطه‌ٔ جوش مایع تولید شده با آب خالص مساوی‌است؟ چگونه می‌توان با استفاده از ابزاری که در اختیار دارید‌ٔ وزن حجمی مایع را اندازه گرفت؟

اگر فرض کنیم که مایع حاصل آب خالص و ماده‌ٔ باقیمانده در دستگاه، سولفات مس خالص است. آیا با نتایج آزمایش‌خود، می‌توانید تعداد مولکولهای آبی که همراه یک مولکول $CuSO_4$ وجود دارد حساب کنید؟ تحقیق نشان میدهد که فرمول کات کبود $(CuSO_4 , 5H_2O)$ است، آیا محاسبه‌ٔ شما نیز همین نتیجه را تأییدمی‌کند؟ اگر چنین نیست آیا می‌توانید دلیل یا دلایلی برای توجیه نتیجه‌ٔ خود بیاورید؟ در این صورت چه پیشنهادی برای بهبود نتایج آزمایش دارید؟

ماده‌ٔ جامد باقیمانده چه رنگی دارد؟ آیا با اطلاعاتی که تاکنون از این آزمایش جمع‌آوری کرده‌اید می‌توانید قضاوت کنید که تغییر انجام شده یک تغییر فیزیکی یا شیمیایی است؟ ته لوله‌ٔ آزمایش محتوی ماده‌ٔ باقیمانده را دردست‌بگیرید و چند قطره آب در لوله بریزید. چه تغییراتی احساس می‌کنید؟ آیا پس از انجام آزمایش اخیر مایلید نظر خود را درباره‌ٔ پرسش قبل تغییر دهید؟

اگر اطلاعات جمع‌آوری شده‌ٔ شما ثابت کند که مایع حاصل آب خالص نیست (اگر فرض آب بودن مایع حاصل رد شده باشد) چه فرض یا فرضهای دیگری را برای شناخت مایع تولید شده پیشنهاد می‌کنید؟ آیا استفاده از یک‌معرف‌رنگین (مثلاً تورنسل) به شما کمکی می‌کند؟ برای مثال اگر این مایع تورنسل را قرمز کند، حدس میزنید چه اسیدی در محلول وجود داشته باشد؟

ماده‌ٔ جامدباقیمانده را درآب‌مقطر بریزید

آیا کاملا در آب محلول است؟ چگونه تشخیص می‌دهید که کاملاً درآب حل شده است؟

آیا می‌توانید با عمل تبلور، مادهٔ اولیهٔ (کات کبود) را به دست آورید؟ درصورت امکان این کار را انجام دهید و در جلسهٔ بعد بلورهای به‌دست آمده را وزن کنید. آیا وزن این بلورها با بلورهای اولیه مساوی است؟ سعی کنید تا کلیهٔ عواملی را که باعث ایجاد این تفاوت شده پیدا کنید و در کلاس دربارهٔ هریک ازاین‌عوامل بحث کنید. نتیجه‌گیریهای خود را تحت عنوان خطا در آزمایش به دو دسته خطای‌آدمی وخطای‌ابزاری بیان کنید.

پس‌از پایان این کار تحقیقی‌آیا میتوانید، به سوءالات‌زیر نیز پاسخ دهید؟اگرنتوانستیدپاسخ کلیه این پرسشها و پرسشهای دیگر نظیر آنها را پیدا کنید زیاد نگران نباشید. برای پاسخ دادن به برخی‌از آنها ممکن است نیاز به تحقیق و ادامهٔ تحصیل و استفاده ازمآخذ گوناگون داشتهٔ باشید.

ـ چرا کات کبود قبل از حرات، شکل بلوری دارد (شفاف است وشکل هندسی دارد) ولی بر اثر حرارت شکل آن تغییر می‌کند؟

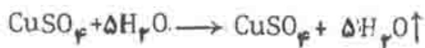
ـ چرا کات کبود رنگی است ولی بلورهای نمک طعام و سولفات سدیم بی‌رنگ هستند؟

ـ چرا پس‌از حرارت دادن بلورها اگربرروی مادهٔ باقیمانده آب بریزیم، گرما تولید می‌شود؟

ـ چرا پس از افزودن آب، رنگ آن دوباره به حالت اول برمی‌گردد ولی شکل بلوری آن فوراً به شکل اول درنمی‌آید؟

آیا نتایج حاصل از این تحقیق در همه موارد صدق می‌کنند؟

از تحقیق قبلی برمی‌آید که واکنش اصلی در آزمایش حرارت دادن بلورهای کات کبود آزاد شدن بخارآب و پیدایش سولفات‌مس (II) سفید رنگ می‌باشد.



$$CuSO_4 \cdot 5H_2O \longrightarrow CuSO_4 + 5H_2O\uparrow$$

هرگاه آزمایش را با بلورهای شفاف‌وبی‌رنگ سولفات سدیم $(Na_2SO_4 \cdot 10H_2O)$ انجام دهید مجدداً به نتیجه مشابهی می‌رسید یعنی بخار آب و نمک سفید رنگ Na_2SO_4 به دست می‌آورید.

آیا با مطالعه نتایج این‌دوآزمایش می‌توانید فرضیه زیر را پیشنهاد کنید؟

"نمکهای متبلور در اثر حرارت آب از دست می‌دهند و به مادهٔ سفیدرنگی تبدیل می‌شوند."

این فرضیه تا چه حد با واقعیت مطابقت دارد؟

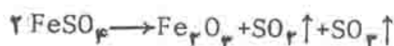
آزمایش را مجدداً با بلورهای زاج سبز $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ تکرار می‌کنیم. بخارات حاصل اثر اسیدی بیشتری داشته و تورنسل را با شدت بیشتری سرخ رنگ می‌نماید. اضافه بر این ماده باقیمانده تیره رنگ شده و مانند موارد قبلی سفیدرنگ باقی نمی‌ماند.

در توجیه این وضع استثنایی، تحقیق‌نشان می‌دهد که در اینجا نیز در ابتدا واکنشی شبیه واکنش‌های فوق صورت می‌گیرد و بخار آب همراه با سولفات آهن (II) پدید می‌آید.



$$FeSO_4 \cdot 7H_2O \longrightarrow FeSO_4 + 7H_2O\uparrow$$

ولی حرارت شدیدتر باعث تجزیه نمک سولفات آهن (II) شده و واکنش زیر صورت می‌گیرد:



$$2FeSO_4 \longrightarrow Fe_2O_3 + SO_2\uparrow + SO_3\uparrow$$

بخارات SO_2 و SO_3 پس‌ازواردشدن در آب، در آن حل شده و تولید اسید می‌نمایند.

(معادله واکنشها را بنویسید و اسیدها را نام‌گذاری کنید) .

در تاریخ آمده است که جابربن حیان، دانشمند معروف اسلامی، با همین روش اسید سولفوریک را تهیه کرد.

با آگاهی‌از اثر حرارت بر بلورهای زاج سبز نتیجه خواهید گرفت که دربرخی‌ازاین‌آزمایشها، مایع تولید شده آب خالص نیست و ماده جامد باقیمانده نیز کاملاً سفید رنگ نمی‌باشند. باوجود اینکه این نتیجه‌گیری تا حدودی با فرضیه قبلی مطابقت‌نمی‌کند ولی عادت دانشمندان برآن‌است که با چنین استثناهای کوچکی یک فرضیه خوب را رد نمی‌کنند. بلکه برای تفسیر این استثناها نیز فرضیه دیگری پیشنهاد می‌نمایند.

این نوع استثناها را اصطلاحاً "محدودیت در قلمرو فرضیه‌های علمی" می‌نامند، در شیمی سالهای آینده از جدولها و نمودارهای زیادی استفاده خواهید کرد. از آنها به نظامهاوفرضیه‌های سودمندی می‌رسید. دقت در اعداد این جدولها و نمودارها، به شما قدرت پیشگویی و معلومات‌سازی می‌دهد ولی در عین حال ممکن است به موارد استثنایی و محدودیتهای متعددی برسید که برای توجیه آنها به تحقیق بیشتر و پیشنهاد فرضیه‌های دیگری نیاز دارید.

گاهی نیز بیان علت استثناها و تحقیق دربارهٔ آنها خارج از حدود درس و توانایی علمی شما و یا حتی معلم شمامی‌باشد. دانشمندان نیز در نظامهای طبیعی با بسیاری محدودیتها برخورد می‌کنند که تلاش آنان برای توجیه این محدودیتها ادامه دارد. بدیهی است که این محدودیتها اعتماد ما را به فرضیه‌ها یا تئوریها سست نمی‌کند، زیرا همواره از آنها استفاده می‌کنیم و به کمک آنها به دانستنی‌های جدید و نتایج فراوانی می‌رسیم.

بنابراین نباید ازمحدودیتهای‌علمی وحشت کرد، بلکه باید آنها را نیز به خدمت گرفت. مثال دیگر: وقتی که در یک لیوان بلوری آب می‌نوشید، آیا نگران نیستید که روزی تمام لیوان در اثر حل شدن در آب از بین برود؟ احتمالا خواهیدگفت شیشه درآب نامحلول است. آزمایش زیر را انجام دهید تا معلوم شود که نظر شما درست است یا نه.

آزمایش: یک تکه شیشه را در هاون، نرم بسایید و کمی آب روی آن بریزید، چند قطره محلول فنل‌فتالئین به آن اضافه کنید، تغییررنگ فنل‌فتالئین چه چیزی را ثابت می‌کند؟

تمرین

۱ – از ۲/۷۲ گرم کلرید باریم متبلور، ۲/۳۲ گرم نمک بی آب به دست آمده است. هر مولکول $BaCl_2$ باچندمولکول آب پیوند یافته‌است؟

۲ – دانش‌آموزی آزمایش تحقیقی اثر حرارت را بر بلورهای سولفات سدیم (آبدار)، در یک بوتهٔ چینی انجام داد. او ابتدا بوتهٔ خالی و سپس بوته و مقداری بلور سولفات سدیم را توزین کرد. آن گاه بلورها را به مدت نیم‌ساعت حرارت داد. نتایج آزمایش او به قرار زیر بود:

گرم ۱۶/۲ = وزن بوتهٔ خالی
گرم ۱۹/۴۲ = وزن‌بوته و بلورهای‌سولفات سدیم.
گرم ۱۷/۳۸ = وزن بوته + مادهٔ باقیمانده پس از حرارت دادن

با توجه به نتایج آزمایش فوق به پرسشهای زیر پاسخ دهید :

الف ــ وزن بلور چقدر است ؟

ب ــ کاهش وزن بلورها چقدر است ؟

ج ــ اگر این دانش‌آموز بخواهد ۲/۳۶ گرم سولفات سدیم بدون آب تهیه کند ، با توجه به نتایج آزمایش فوق ، چه مقدار سولفات متبلور را باید انتخاب کند ؟

د ــ تعداد مولکولهای آب تبلور موجود در بلورهای سولفات‌سدیم‌را باتوجه به نتایج آزمایش این دانش‌آموز حساب کنید .

۵ـ غلظت محلولها

مقدارمادهٔ حل شده موجود در مقداری‌معین ازمحلول را غلظت محلول می‌نامند . غلظت محلول را به راههای گوناگون بیان می‌کنند. غلظت مولکولی مقدار مادهٔ حل شدنی را بر حسب مولکول گرم (مول) درلیتر محلول نشان می‌دهد. مثلا" غلظت محلول دارای ۴۰ گرم سود، یک مولکول گرم یا یک مول (M) در لیتر است. غلظت محلول دارای۴گرم سود ۰/۱M است .

تمرین

۱ــ ۲/۰۸ گرم‌کلرید باریم خالص رادر ظرفی ریخته و بر روی آن آب مقطر می‌ریزیم تا حجم کلی به یک لیتر برسد .

اولا " ــ غلظت مولار این‌محلول را حساب کنید .

ثانیا " ــ ۱۰ میلی لیتر از این محلول چند گرم کلرید باریم دارد ؟

۲ــ چند گرم نمک ازتبخیرکامل ۱۰ میلی لیتر محلول ۰/۵ مولار نمک طعام به دست می‌آید ؟

۳ــ چه مقدار کلرید سدیم برای تهیه ۲ لیتر محلول M ۰/۳ این نمک لازم است؟

۴ــ ۵۰ میلی لیتر محلول اسید سولفوریک به غلظت ۹/۸ گرم در لیتر چند گرم اسید خالص دارد ؟

۵ــ چند میلی لیتر محلول ئیدروکسید سدیم به غلظت ۴ گرم در لیتر را می‌توان از حل کردن ۰/۸ گرم NaOH خالص در آب به دست آورد .

۶ــ ۰/۴۷ گرم اکسید پتاسیم را در آب مقطر حل کرده و حجم محلول را به ۱۰۰ میلی لیتر رسانده‌ایم معادله واکنش را نوشته و غلظت محلول حاصل را حساب کنید .

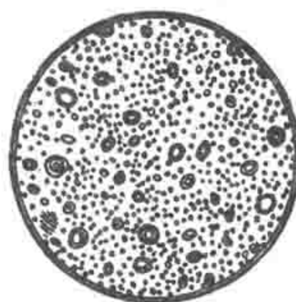
۷ــ ۰/۴ گرم تری‌اکسید گوگرد را در آب حل کرده و حجم محلول را به ۵۰ میلی‌لیتر رسانده‌ایم . غلظت محلول‌را برحسب گرم و مولکول گرم در لیتر حساب کنید .

۶ـمحلولهای کلوئیدی

می‌دانید که مایع حاصل ازحل کردن قند در آب یکنواخت است ، یعنی مولکولهای قند به طور یکنواخت بین مولکولهای آب درتمام حجم محلول پراکنده می‌شوند. این نوع محلول را محلول‌حقیقی یا مولکولی می‌نامند. اما اگر مقداری خاک را درآب بریزیم و آن را هم بزنیم ، مایع یکنواخت تولید نمی‌شود بلکه مایعی تیره به دست می‌آید. ذرات خاک در این مایع مدتی به حالت معلق باقی می‌مانند و اگر آن را به حال خود بگذاریم پس از مدتی رسوب می‌کنند .

ذرات مادهٔ جامد معلق در مایع را سوسپانسیون و قطره‌های بسیارکوچک مایع معلق در

مایع را امولسیون می‌نامند.



شیر زیر میکروسکوپ

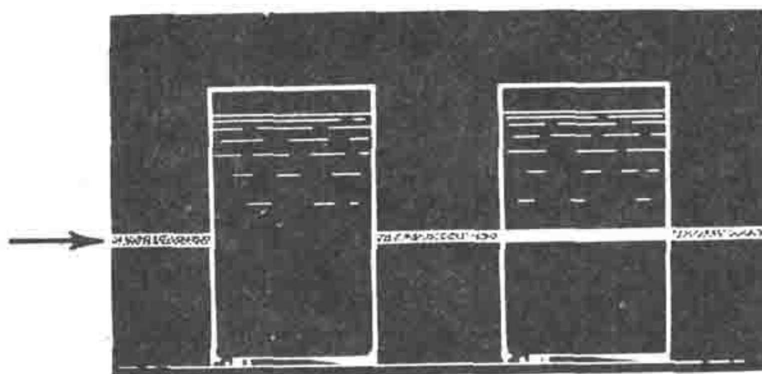
شیر نمونه‌ای از امولسیون است. ذرات معلق (جامد یا مایع) در حلال به تدریج یا به سطح مایع می‌آیند (خامهٔ شیر)، یا ته نشین می‌شوند (آب گل آلود)

غیر از محلول حقیقی و سوسپانسیون و امولسیون، حالت میانه‌ای نیز وجود دارد که آن‌را محلول کلوئیدی می‌نامند. ذرات درمحلول‌کلوئیدی از مولکولهای جداگانه تشکیل نشده اند بلکه اجتماعی از مولکولها هستند ولی با وجود این به قدری کوچکند که مایع حاصل ممکن است شفاف به نظر آید.

چسب‌نشاسته که از حل کردن نشاسته در آب گرم حاصل می‌شود، نمونه‌ای ازیک محلول‌کلوئیدی می‌باشد. یک تفاوت مهم بین محلولهای حقیقی و محلولهای کلوئیدی در اندازهٔ ذراتی است که در محلول پراکنده می‌شوند.



محلولهای کلوئیدی مانند محلولهای حقیقی شفافند، پس چگونه می‌توان آنها را تشخیص داد؟ اگر در یک اتاق تاریک، دستهٔ باریکی از اشعهٔ نورانی بر یک محلول کلوئیدی بتابانیم و از پهلو به آن نگاه کنیم، مسیرنور درآن به خوبی پیداست. اما هنگام عبور نور ازیک محلول حقیقی این پدیده مشاهده نمی‌شود. ذرات کلوئید در محلول کلوئیدی درشرایطی معین به یکدیگرمی‌چسبند، ذرات بزرگتر تشکیل می‌دهند و ته نشین می‌شوند. ترکیب ذرات کلوئید با یکدیگر و تشکیل ذرات بزرگتر را لخته



عبور نور از محلولهای حقیقی وکلوئیدی

شدن می‌نامند. گاهی نیز ذرات کلوئید به یکدیگر می‌چسبند ولی رسوب عادی دیده نمی‌شود بلکه محلول کلوئیدی به‌توده‌ای نیمه‌جامد تبدیل می‌شود. از همین خاصیت برای تهیهٔ ژله و چسب استفاده می‌شود. تبخیر حلال در چسب، موجب سفت شدن آن می‌شود و اشیا را به هم می‌چسباند.

محلولهای کلوئیدی نقشی عمده در طبیعت به عهده دارند. پدیده‌هایی که در محلولهای کلوئیدی خاک روی می‌دهد، در حاصلخیزی آن مؤثر است. خون و پروتوپلاسم سلولهای زنده محلولهای کلوئیدی هستند. تهیهٔ چسب، لاک، رنگ‌کردن پارچه‌ها، دباغی پوست، تهیهٔ نخهای مصنوعی، همه با محلولهای کلوئیدی، لخته شدن و تشکیل ژله ارتباط دارند.

اهمیت محلولها ــ محلولها درزندگی طبیعت اهمیت فراوان دارند. گیاهان نمکهای لازم برای رشد خود رابه صورت محلول از خاک می‌گیر ند. به همین جهت شرط لازم برای تولید محصول خوب، رساندن به موقع آب به زمین است. اگر مقدار نمک درآبهای طبیعی بیش ازاندازه باشد، چنین آبهایی برای آبیاری مناسب نیستند. در کشاورزی بعضی کودها و داروهای ضد آفتهای گیاهی را به صورت محلول به کار می‌برند.

جذب مواد به وسیلهٔ حیوانات و انسان نیز از طریق تبدیل آنها به ترکیبات قابل حل در آب انجام می‌گیرد. در شیمی نیز اغلب به جای مواد خالص، محلولهای آبی آنها را به کار می‌بریم. مواد به صورت محلول سریعتر در واکنشهای شیمیایی شرکت می‌کنند. برای این منظور مقادیر عظیم آب درصنایع شیمیایی و بسیاری از صنایع دیگر مصرف می‌شود.

همان طور که قبلاً" دیدید برای تهیهٔ مواد خالص، آنها رابه صورت محلول در می‌آوریم، صاف می‌کنیم وبا تبخیرمحلول به‌صورت‌بلورجدامی‌کنیم.

غیر ازآب به عنوان حلال، از بنزین، الکل و مایعات دیگر نیز استفاده می‌کنیم. مثلا" لکه‌های چربی روی پارچه را با بنزین پاک می‌کنیم. چربی که درآب حل نمی‌شود، به خوبی در بنزین حل می‌شود و به صورت محلول از پارچه جدا می‌شود.

تمرین

۱ ــ سوسپانسیون، امولسیون، محلولهای کلوئیدی و حقیقی را تعریف کنید و از هریک، یک مثال بیاورید.

۲ــ شباهت وتفاوت: الف ــ بین سوسپانسیون ومحلولهای کلوئیدی، ب ــ بین محلولهای کلوئیدی و حقیقی را بیان کنید.

۳ ــ لخته شدن چیست؟

فصل ۷

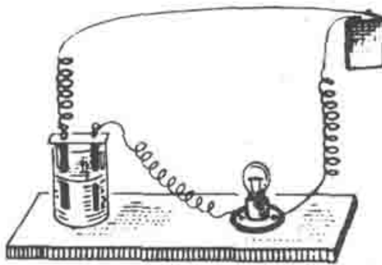
اسیدها . بازها . نمکها

آزمایش ۱ ــ چند دانه گلبرگ گل سرخ ، گل بنفشه‌یا اطلسی بنفش رنگ راروی کاغذ سفید بکشید تارنگین شود .آنگاه چند قطره محلول اسید (مانند سرکه یاآبلیمو)وچند قطره محلول قلیایی(مانند سود یامحلول‌گرد رختشویی) روی آن بریزید و تغییرات رنگ را مشاهده کنید . هرگاه دو محلول بی رنگ از اسید و قلیا داشته باشید ، آیا می‌توانید نوع آنها را به وسیلهٔ گل سرخ مشخص کنید ؟

آزمایش ۲ ــ در سه لولهٔ آزمایش مقداری اسید کلریدریک بریزید. سپس با قطره چکان چند قطره محلول تورنسل به لولهٔ اول ،چند قطره‌متیل ارانژ به‌لولهٔ دوم وچند قطره فنل فتالئین به‌لولهٔ سوم اضافه کنید.چه مشاهده می‌کنید ؟همین‌آزمایش رابا سه لولهٔ آزمایش‌دارای محلول سود تکرارکنید. چه مشاهده می‌کنید ؟

تورنسل ، متیل ارانژ و فنل فتالئین معرفهای محلولهای اسیدی وقلیایی هستند. رنگ معرفهای اسیدی و قلیایی رادرجدول زیر می‌بینید:

آزمایش۳ ــ دستگاهی مطابق شکل‌از یک باتری ۴/۵ ولتی ، یک لامپ کوچک ۲ تا ۳ ولتی و یک لیوان با دو الکترود زغالی فراهم کنید . در لیوان الکترولیزآب مقطر بریزید . آیا لامپ روشن می‌شود ؟ قدری محلول اسید کلریدریک به‌آب مقطر اضافه کنید. چه مشاهده می‌کنید ؟آیا لامپ روشن می‌شود؟ این آزمایش را با نمک طعام خشک ، با محلول نمک طعام ،بامحلول الکل وقند نیزآزمایش کنید و هربار نتیجهٔ آزمایش را یادداشت کنید .



آزمایش نشان می‌دهد که محلولهای آبی اسیدها ،قلیاها ونمکها جریان برق راعبورمی‌دهند.

موادی که محلولهای آنها جریان برق را عبور می‌دهند الکترولیت‌نامیده‌می‌شوندبنابراین‌اسیدها،

نام معرف	رنگ معرف در محلولها		
	خنثی	اسیدی	قلیایی
تورنسل	بنفش	سرخ	آبی
متیل‌ارانژ	نارنجی	سرخ	زرد
فنل‌فتالئین	بی‌رنگ	بی‌رنگ	ارغوانی

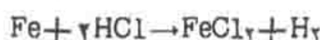
بازها و نمکها الکترولیت به شمار می‌روند.

مواد‌ی که محلولهای آنها جریان برق را از خود عبورنمی‌دهند، غیرالکترولیت نامیده می‌شوند. الکل و قند غیر الکترولیت هستند.

واکنش اسیدها با فلزات ــ محلولهای بعضی از اسیدها مانند اسید کلریدریک و اسید سولفوریک در واکنش با عده‌ای از فلزات شرکت می‌کنند. مثلاً" اسید کلریدریک بافلزات روی وآهن ئیدروژن و نمک کلرید تولید می‌کند.

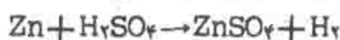


$$Zn + 2HCl \rightarrow ZnCl_2 + H_2$$



$$Fe + 2HCl \rightarrow FeCl_2 + H_2$$

از واکنش اسید سولفوریک رقیق با این فلزات، نمک سولفات و ئیدروژن تولید می‌شود



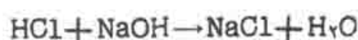
$$Zn + H_2SO_4 \rightarrow ZnSO_4 + H_2$$



$$Fe + H_2SO_4 \rightarrow FeSO_4 + H_2$$

واکنش اسید ها با بازها ــ در یک لولهٔ آزمایش مقداری محلول رقیق اسید کلریدریک بریزید. یک قطره محلول متیل اورانژ به آن اضافه کنید. محلول به چه رنگ درمی‌آید؟ با یک قطره‌چکان تمیزقطره قطره محلول سود به آن اضافه کنید. با هر قطره‌ای که اضافه می‌کنید، لوله را تکان دهید. به افزودن محلول سود تاتغییر رنگ محلول ادامه دهید. تغییر رنگ علامت چیست؟ قدری ازمحلول حاصل را روی شیشه‌ای تمیز بریزید وآن را به ملایمت گرم کنید تا آب آن بخار شود. روی شیشه چه چیز باقی می‌ماند؟ معادلهٔ واکنش را بنویسید. واکنش اسید با باز چه نوع واکنشی است؟

از واکنش اسیدها با بازها نمک وآب تولید می‌شود. واکنش اسید ها با بازها را خنثی شدن می‌نامند. معادلهٔ واکنش خنثی شدن اسیدکلریدریک را به وسیلهٔ سود می‌توان چنین نشان داد:

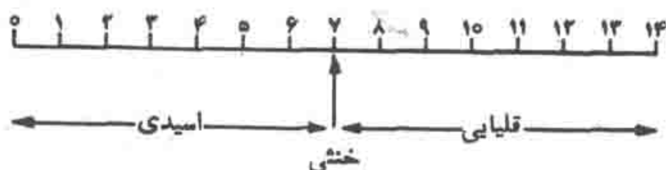


$$HCl + NaOH \rightarrow NaCl + H_2O$$

تماس اسیدهای غلیظ با پوست بدن ایجاد سوزش شدید و سوختگی می‌نماید و ریختن اسیدها بر پارچه، چوب واغلب مواددیگر منجربه پوسیدگی آنها می‌شود. اغلب ازاثر خورندگی آب باتری که محلول رقیق‌اسیدسولفوریک است برپارچه وبستهای آهن باتری اتومبیل آگاهی دارید. آسان‌ترین راه درمان فوری آلودگی با اسید، شست و شو با آب فراوان است.

معرف pH ــ هر گاه انواع مناسب از معرفهای رنگین را با یکدیگر بیامیزیم می‌توانیم به نوعی معرف برسیم که نه فقط نشان دهندهٔ اسید یا باز بودن ماده خواهد بود بلکه غلظت اسید ها وبازها رانیز تعیین می‌کند. این معرف که دامنهٔ وسیعی از غلظتهای اسید و باز را به وسیلهٔ رنگهای گوناگون خود در بر می‌گیرد معرف pH یا اونیورسال نامیده می‌شود.

اگر محلولی به غلظت یک مول از اسید کلریدریک (HCl=۳۶/۵ گرم) را در لیتر داشته باشیم و یک قطره ازآن را بر معرف pH بریزیم رنگ سرخی به دست می‌آید که عدد آن روی جدول



رنگهای pH نزدیک به صفر است. چون این محلول را ۱۰ مرتبه رقیق کنیم و یک قطره از آن به معرف pH بزنیم، ممکن است رنگ سرخی با اندکی تفاوت پدید آید که عدد pH آن ۱ است. با رقیق کردن مداوم محلول عدد pH بالا می‌رود تا در پایان به رقم ۷ نزدیک می‌شود که مخصوص آب مقطر است.

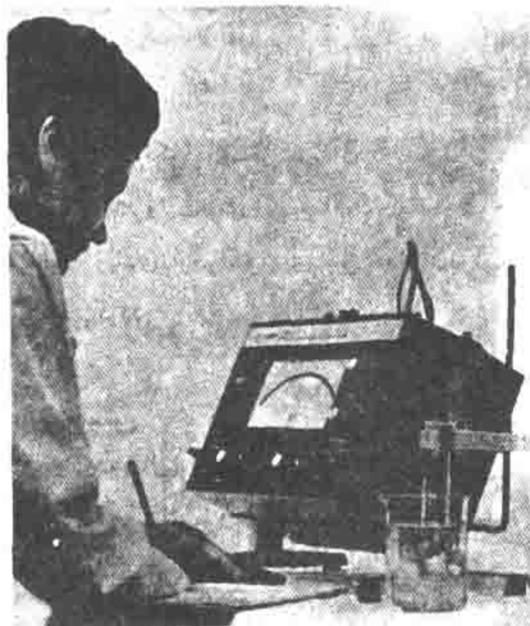
درآزمایش دیگر هرگاه محلولی به غلظت یک مول ازسود سوزآور (گرم ۴۰=NaOH) درلیترداشته باشیم و یک قطرهٔ آن رابه همان معرف pH بزنیم، رنگ نیلی یا آبی به دست می‌آید که عدد pH آن نزدیک به ۱۴ است. با رقیق کردن متوالی این محلول pH نیز تغییر می‌کند و مرتبا" کاهش می‌یابد تا بالاخره به ۷ که ویژهٔ آب خنثی است می‌رسد.

بنابراین دامنهٔ معرف pH از صفر تا ۱۴است. pH آب خالص یا آب مقطر ۷ است.

معرف pH را به‌صورت محلول یا نوار کاغذی تهیه می‌کنند که در هرمورد همراه با صفحهٔ مقیاس رنگ و عدد pH مربوطه است.

هرگاه محلول یک مادهٔ قلیایی چون پودر رختشویی، صابون یا جوش شیرین را بر معرف pH بریزیم، اعداد pH بالاتر از ۷ وکمتر از ۱۴ خواهیم





تعیین pH محلول به وسیلهٔ pH سنج

داشت. ریختن محلول یک مادهٔ اسیدی چون لیموترش، شیر ترشیده و سرکه بر این معرف، pH کمتر از ۷ و بیش از صفر را نشان می‌دهد.

در آزمایشگاه از دستگاههای الکتریکی ویژه‌ای برای سنجش دقیق pH استفاده می‌کنند که آنها را pH متر یا pH سنج می‌نامند. چون دو قطب pH متر را در محلول مورد آزمایش وارد کنند، مقدار دقیق به‌وسیلهٔ عقربه ودرجات مقیاس نشان داده می‌شود.

تعیین و تنظیم pH در کشاورزی و در بسیاری از صنایع اهمیت بسیار دارد. هر نوع گیاه در فاصله‌ای معین از pH خاک محصول بهتر می‌دهد. مثلا" سیب‌زمینی در خاکی با pH بین ۵ و ۶، و گندم در pH بین ۶/۵ تا ۸ بهتر رشد می‌کنند.

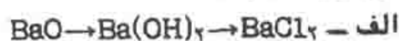
تمرین

۱ ــ خواص مشترک اسیدها را با ذکر مثال بیان کنید.

۲ ــ خواص مشترک بازها را با ذکر مثال بیان کنید.

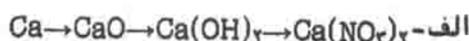
۳ ــ درچهارظرف مایعات بی‌رنگ ریخته‌اند. درهریک ازآنها یکی ازموادزیر موجود است: اسید، قلیا، نمک، آب خالص. چگونه می‌توان تشخیص داد هر ماده در کدام ظرف است.

۴ ــ مواد مرکب غیرآلی رابه چهارگروه مهم تقسیم می‌کنند: اکسیدها، بازها، اسیدها ونمکها. از مواد یک گروه می‌توان مواد گروههای دیگر را به دست آورد. حال توضیح دهید تبدیلات زیر را چگونه می‌توان انجام داد:


الف ــ $BaO \rightarrow Ba(OH)_2 \rightarrow BaCl_2$


ب ــ $SO_2 \rightarrow H_2SO_4 \rightarrow Na_2SO_4$

۵ ــ چگونه می‌توان تبدیلات زیررا انجام داد:


الف ــ $Ca \rightarrow CaO \rightarrow Ca(OH)_2 \rightarrow Ca(NO_3)_2$


ب ــ $C \rightarrow CO_2 \rightarrow H_2CO_3 \rightarrow CaCO_3$

۶ــ معادلهٔ واکنشهای‌زیر رابنویسید:

الف ــ محلول اسید سولفوریک با ئیدروکسیدهای باریم، آلومینیم، روی، سدیم.

ب ــ محلول اسید نیتریک با ئیدروکسیدهای سرب، آهن (III)، پتاسیم.

۷ ــ اکسیدهای بازی نیز مانند بازها در واکنش با اسیدها شرکت می‌کنند ونمک وآب تولید می‌کنند. معادلهٔ واکنش: الف ــ بین محلول اسید سولفوریک و Na_2O و CuO، ب ــ بین محلول اسید نیتریک و Ag_2O و ZnO را بنویسید.

۸ ــ اکسیدهای اسید نیز مانند اسیدها در واکنش با بازها شرکت می‌کنند و نمک وآب تولید می‌کنند. معادلهٔ واکنش دی اکسید کربن و دی‌اکسید گوگرد و تری‌اکسیدگوگرد را با سود بنویسید.

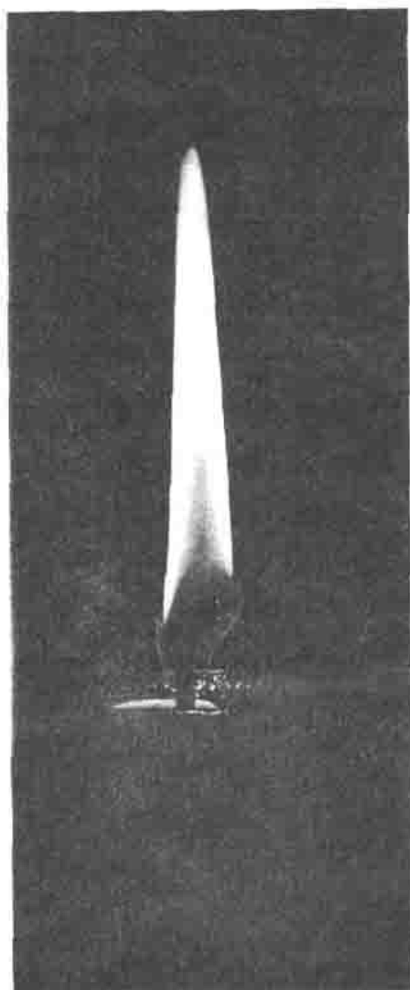
۹ــ معادلهٔ واکنش اسید سولفوریک رقیق را با فلز روی و با محلول پتاس بنویسید و نوع هر یک از آن دو واکنش را معین کنید.

۱۰ــ محلولهای زیر را به‌دودسته‌تقسیم کنید، به طوری که در یکی pH بیش از هفت و در دیگری کمتر از هفت باشد.

محلول دی اکسید کربن در آب، محلول پودر رختشویی، محلول جوهر لیمو، سرکه، آب آهک، محلول خیلی رقیق سود.

ضمیمه

گزارش مشاهدهٔ علمی یك دانشمند دربارهٔ شمع روشن



(۱) در شکل شمع روشنی نشان داده شده‌است. (۲) شمع استوانه‌ای شکل است. (۳) قطر آن در حدود ۲ سانتیمتر (۴) و طول آن در ابتدا در حدود ۱۶ سانتیمتر بوده است (۵) که در حین آزمایش‌تدریجاً" از طول آن کم می‌شود. (۶)کم شدن طول شمع در حدود ۱/۵ سانتیمتر است. (۷) شمع از ماده جامد (۸) و سفید رنگ (۹) و نیمه شفافی ساخته شده (۱۰)که تقریباً" بی بو (۱۱) و بی‌طعم است (۱۲) نرم‌است و به‌آسانی با ناخن خط بر می‌دارد (۱۳) دارای فتیله‌ای است (۱۴) که از سرتا انتهای آن ادامه دارد. (۱۵)این فتیله در مرکز شمع استوانه‌ای شکل قراردارد. (۱۶) سر این فتیله در حدود یک سانتیمتر از نوک شمع (۱۷) و در حدود یک سانتیمتر از انتهای آن خارج شده است. (۱۸) فتیله از نخ سه‌لای به‌هم تابیده‌درست شده‌است. (۱۹) اگر شعله را به‌فتیله نوک شمع نزدیک‌کنیم روشن می‌شود و بادور کردن شعله، شمع همچنان روشن باقی می‌ماند. (۲۰) شمع می‌سوزد (۲۱) درموقع سوختن، بدنهٔ شمع به‌جز ناحیهٔ نزدیک شعله، در بقیه قسمتها سرد است. (۲۲) شمع به فاصلهٔ تقریبی یک سانتیمتر از شعله گرم است، (۲۳) نرم و شکل‌پذیر است.(۲۴) شعلهٔ شمع در جریان هوا می‌لرزد (۲۵)و در حین لرزش دوده تولید می‌کند (۲۶) اگرجریان هوا وجود نداشته باشد شعله آن مانندشکل بالا مستقیم است ولی در عین حال دائماً حرکت جزئی دارد. (۲۷) شعله تقریباً از ۳ میلیمتری بالای‌شمع شروع می‌شود (۲۸) و در قسمت پایین آن آبی کمرنگ است (۲۹) شعله در قسمت پایین باریکتر است

ولی بلافاصله پهن‌تر می‌شود. (۳۰) در حدود ۱/۵ سانتی‌متر بالاتر، شعله تیره رنگ می‌شود. (۳۱) این قسمت تیره تقریباً مخروطی شکل‌است. (۳۲) در اطراف این قسمت تیره و تقریباً ۱/۵ سانتیمتر بالاتر، شعله زردرنگ است. (۳۳) شعله درخشان است ولی خیره‌کننده نیست (۳۴) کناره‌های شعله تقریبا "مشخص است. (۳۵) ولی لبهٔ بالایی آن مضرس و نامشخص‌است (۳۶) فتیله در قسمتی که از شمع خارج میشود سفید رنگ است (۳۷) ولی از جایی که شعله شروع میشود سوخته و سیاه رنگ است (۳۸) و فقط گاهی اوقات نوک آن قرمز و گداخته میباشد (۳۹) فتیله در انتها کمی تاب بر میدارد (۴۰) همراه با کوتاه شدن شمع، فتیله نیز کوتاهتر میشود به‌طوری که همیشه ارتفاع تقریبا" ثابتی دارد. (۴۱) شعلهٔ شمع گرما تولید می‌کند (۴۲) اگر دست را چند ثانیه به فاصلهٔ یک سانتیمتر کنار شعله نگه‌داریم، می‌سوزد (۴۳) همچنین نگه داشتن دست به فاصلهٔ ۱۰ سانتیمتری بالای آن، بیش از چند ثانیه قابل تحمل نیست (۴۴) قسمت بالای شمع هنگامی که به آرامی می سوزد، مایع می‌شود. (۴۵) و به صورت گودال کوچکی در می‌آید. (۴۶) اگر به شعله بدمیم، یک طرف این گودال کوچک، ذوب می‌شود و مایع درون آن روی بدنهٔ شمع سرازیر می‌شود. (۴۷) این مایع بی رنگ در حین سرازیر شدن به تدریج سرد می‌شود. (۴۸) و به مادهٔ نیمه شفافی تبدیل می‌گردد (۴۹) که به تدریج از قسمت خارجی‌شروع به جامد شدن می‌کند (۵۰) و به سطح خارجی شمع می‌چسبد. (۵۱) اگر جریان هوا وجود نداشته باشد، ممکن است ساعتها، شمع بدون پیدایش اشک بسوزد. (۵۲) در این شرایط گودال کوچک پر از شمع مایع می‌شود (۵۳). این مایع به تدریج از اطراف فتیله بالا می‌رود (۵۴) و بدنهٔ فتیله ر مرطوب می‌کند.

این مشاهدهٔ علمی از چند نظر قابل‌توجه است. گزارش مشاهدهٔ شخصی خود را از نظر خصوصیات زیر با این گزارش مقایسه کنید.

۱- در این‌گزارش به جنبه‌های کیفی توجه شده است. آیا شما نیز در گزارش خود به ظاهر شمع، بو، مزه و صدای سوختن‌آن توجه کرده‌اید؟ (توجه داشته باشید که یک شیمی‌دان، در مورد چشیدن مواد شیمیایی ناشناخته، خیلی احتیاط می‌کند. یک مادهٔ شیمیایی درصورتی که مطمئن نباشیم سمی نیست، حتماً باید سمی تلقی‌شود).

۲- هرجا که امکان داشته است، گزارش جنبه کمّی دارد. یعنی در تنظیم گزارش، در هر مورد از خود می‌پرسیم "چه مقدار؟" و اگرپاسخی داشت آن را می‌نویسیم. مثلاً اگر در مورد "شعله زرد رنگ است" بپرسیم "چه مقدار؟"، پاسخ آن است که "درخشان است ولی خیره‌کننده نیست". امتیاز تأکید بر جنبه‌های کمّی گزارش آن است که کسی که آن را می‌خواند، داوری بهتری دربارهٔ مسائل مطرح شده می‌کند و بهتر از آن استفاده می‌نماید. مثلاً اگر فقط بگوییم "شعلهٔ شمع گرما تولید می‌کند" ممکن است کسی که می‌خواهد برای نخستین بار شمعی را روشن کند، با خواندن این جمله فکر کند، حرارت تولید شده به قدری زیاد است که باید شمع را از فاصلهٔ ۱۰۰ متری روشن کرد. ولی گفتن این مطلب که "گرمای شمع از چه فاصله‌ای باعث سوزاندن دست می‌شود" او را از این همه احتیاط و ترس بی‌جا باز می‌دارد.

۳- یک مشاهده‌کنندهٔ دقیق که پدیده‌ای را برای نخستین‌بارمشاهده‌می‌کند. هیچ‌گونه تفاوتی بین مشاهدات خود، از نظر میزان اهمیت، قائل

نمی‌شود. بی‌صدا سوختن شمع به همان اندازه مهم است که تولید شدن نور به وسیلهٔ آن. هر دو مطلب باید گزارش داده شوند. تحقیق بعدی میزان اهمیت هر یک را نشان خواهد داد.

۴ــ یک مشاهده کنندهٔ دقیق، به تفاوت میان مشاهده و استنباط شخصی توجه کامل دارد. مثلاً اگر بگوییم "فتیله شمع با مایع بی‌رنگی مرطوب می‌شود"، جنبهٔ مشاهده دارد ولی اگر بگوییم "این مایع در روی فتیلهٔ شمع تجزیه می‌شود و بعد می‌سوزد"، جنبهٔ استنباط و تعبیر و تفسیر را به خود می‌گیرد.

جدول علامات اختصاری و اوزان اتمی تقریبی عناصر به ترتیب اعداد اتمی

عدد اتمی	نام عنصر	علامت عنصر	وزن اتمی	عدد اتمی	نام عنصر	علامت عنصر	وزن اتمی
۱	ئیدروژن	H	۱	۲۹	مس	Cu	۶۳/۵
۲	هلیم	He	۴	۳۰	روی	Zn	۶۵
۳	لیتیم	Li	۷	۳۱	گالیم	Ga	۶۹/۵
۴	بریلیم	Be	۹	۳۲	ژرمانیم	Ge	۷۲/۵
۵	بر	B	۱۱	۳۳	ارسنیك	As	۷۵
۶	کربن	C	۱۲	۳۴	سلنیم	Se	۷۹
۷	نیتروژن	N	۱۴	۳۵	برم	Br	۸۰
۸	اکسیژن	O	۱۶	۳۶	کریپتون	Kr	۸۳/۵
۹	فلوئور	F	۱۹	۳۷	روبیدیم	Rb	۸۵/۵
۱۰	نئون	Ne	۲۰	۳۸	استرنسیم	Sr	۸۷/۵
۱۱	سدیم	Na	۲۳	۳۹	ایتریم	Y	۸۹
۱۲	منیزیم	Mg	۲۴	۴۰	زیرکونیم	Zr	۹۱
۱۳	آلومینیم	Al	۲۷	۴۱	نیوبیم	Nb	۹۳
۱۴	سیلیسیم	Si	۲۸	۴۲	مولیبدن	Mo	۹۶
۱۵	فسفر	P	۳۱	۴۳	تکنسیم	Tc	۹۹*
۱۶	گوگرد	S	۳۲	۴۴	روتنیم	Ru	۱۰۱
۱۷	کلر	Cl	۳۵/۵	۴۵	رودیم	Rh	۱۰۳
۱۸	آرگن	Ar	۴۰	۴۶	پالادیم	Pd	۱۰۶/۵
۱۹	پتاسیم	K	۳۹	۴۷	نقره	Ag	۱۰۸
۲۰	کلسیم	Ca	۴۰	۴۸	کادمیم	Cd	۱۱۲/۵
۲۱	اسکاندیم	Sc	۴۵	۴۹	اندیم	In	۱۱۴/۵
۲۲	تیتانیم	Ti	۴۷	۵۰	قلع	Sn	۱۱۸/۵
۲۳	وانادیم	V	۵۱	۵۱	انتیموان	Sb	۱۲۱/۵
۲۴	کروم	Cr	۵۲	۵۲	تلور	Te	۱۲۷/۵
۲۵	منگنز	Mn	۵۵	۵۳	ید	I	۱۲۷
۲۶	آهن	Fe	۵۶	۵۴	گزنون	Xe	۱۳۱
۲۷	کبالت	Co	۵۹	۵۵	سزیم	Cs	۱۳۳
۲۸	نیکل	Ni	۵۸/۵	۵۶	باریم	Ba	۱۳۷

جدول علامات اختصاری واوزان اتمی‌تقریبی عناصر به‌ترتیب اعداد اتمی

عدد اتمی	نام عنصر	علامت عنصر	وزن اتمی	عدد اتمی	نام عنصر	علامت عنصر	وزن اتمی
۵۷	لانتانم	La	۱۳۹	۸۱	تالیم	Tl	۲۰۴
۵۸	سریم	Ce	۱۴۰	۸۲	سرب	Pb	۲۰۷
۵۹	براسئودیمیم	Pr	۱۴۱	۸۳	بیسموت	Bi	۲۰۹
۶۰	نئودیمیم	Nd	۱۴۴	۸۴	پولولیم	Po	۲۱۰
۶۱	پرومتیم	Pm	۱۴۷	۸۵	استاتین	At	۲۱۰*
۶۲	ساماریم	Sm	۱۵۰/۵	۸۶	رادون	Rn	۲۲۲*
۶۳	اروپیم	Eu	۱۵۲	۸۷	فرانسیم	Fr	۲۲۳*
۶۴	گادولینیم	Gd	۱۵۷	۸۸	رادیم	Ra	۲۲۶*
۶۵	تربیم	Tb	۱۵۹	۸۹	آکتینیم	Ac	۲۲۷*
۶۶	دیسپرونیم	Dy	۱۶۲/۵	۹۰	توریم	Th	۲۳۲
۶۷	هولمیم	Ho	۱۶۵	۹۱	پروتاکتینیم	Pa	۲۳۱*
۶۸	اربیم	Er	۱۶۷	۹۲	اورانیم	U	۲۳۸
۶۹	تولیم	Tm	۱۶۹	۹۳	نپتونیم	Np	۲۳۷*
۷۰	ایتربیم	Yb	۱۷۳	۹۴	پلوتونیم	Pu	۲۴۲*
۷۱	لوتسیم	Lu	۱۷۵	۹۵	امریسیم	Am	۲۴۳*
۷۲	هافنیم	Hf	۱۷۸/۵	۹۶	کوریم	Cm	۲۴۷*
۷۳	تانتال	Ta	۱۸۱	۹۷	برکلیم	Bk	۲۴۹*
۷۴	تنگستن	W	۱۸۴	۹۸	کالیفورنیم	Cf	۲۵۱*
۷۵	رنیم	Re	۱۸۶	۹۹	اینشتینیم	Es	۲۵۴*
۷۶	اسمیم	Os	۱۹۰	۱۰۰	فرمیم	Fm	۲۵۳*
۷۷	ایریدیم	Ir	۱۹۲	۱۰۱	مندلویم	Md	۲۵۶*
۷۸	پلاتین	Pt	۱۹۵	۱۰۲	نوبلیم	No	۲۵۴*
۷۹	طلا	Au	۱۹۷	۱۰۳	لاورانسیم	Lw	۲۵۷*
۸۰	جیوه	Hg	۲۰۰/۵	۱۰۴	کورچاتوویم	Ku	۲۶۴*

اوزان اتمی عناصری‌که به علامت * مشخص شده مربوط به فراوانترین یا باثبات‌ترین ایزوتوپهای آن عنصر است .

